

中国石油天然气股份有限公司西南油气
田分公司四川省四川盆地九龙山天然气
开采项目

矿山地质环境保护与土地复垦方案

中国石油天然气股份有限公司

西南油气田分公司

2020年10月

中国石油天然气股份有限公司西南油气
田分公司四川省四川盆地九龙山天然气
开采项目

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：中国石油天然气股份有限公司
西南油气田分公司

法人代表：谢 军

总工程师：杨跃民

编制单位：四川省地质工程勘察院集团有限公司

法人或院长：安世泽

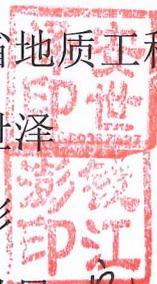
总工程师：钱江澎

项目负责人：宛世昊 宛世昊

编写人员：钱 康 康 康 韩小刚 宛世昊 宛世昊

邹 龙 陈 鹏 杨 军

制图人员：宋国虎 陈贝贝 陈贝贝 何海洋



目 录

前言.....	- 1 -
一、任务的由来.....	- 1 -
二、编制目的.....	- 1 -
三、编制依据.....	- 2 -
（一）有关法律法规.....	- 2 -
（二）国家有关政策性文件.....	- 3 -
（三）技术规范、标准、规程.....	- 3 -
（四）其他相关资料.....	- 5 -
四、方案适用年限.....	- 5 -
五、编制工作概况.....	- 6 -
（一）工作程序.....	- 6 -
（二）工作方法.....	- 7 -
（三）完成的工作量.....	- 8 -
（四）评估质量综述.....	- 9 -
第一章 矿山基本情况.....	- 10 -
一、矿山简介.....	- 10 -
二、矿山范围及拐点坐标.....	- 11 -
三、矿山开发利用方案概述.....	- 12 -
（一）开发利用方案评价.....	- 12 -
（二）气田开发部署.....	- 13 -
（三）地面工程.....	- 18 -
（四）主要开采工艺技术.....	- 23 -
（五）共伴生资源综合利用.....	- 29 -
（六）与非油气矿产的协调开发.....	- 30 -
（七）固体废弃物、废水排放与处置情况.....	- 30 -
四、矿山开采历史及现状.....	- 32 -
（一）开采历史.....	- 32 -
（二）开采现状.....	- 34 -

第二章 矿区基础信息.....	- 44 -
一、矿区自然地理.....	- 44 -
(一) 气象.....	- 44 -
(二) 水文.....	- 45 -
(三) 地形地貌.....	- 47 -
(四) 植被.....	- 50 -
(五) 土壤.....	- 51 -
二、矿山地质环境背景.....	- 54 -
(一) 地层岩性.....	- 54 -
(二) 地质构造.....	- 59 -
(三) 水文地质.....	- 61 -
(四) 工程地质.....	- 70 -
(五) 矿体地质特征.....	- 70 -
三、矿区社会经济概况.....	- 85 -
(一) 矿区 2017 年社会经济概况.....	- 85 -
(二) 矿区 2018 年社会经济概况.....	- 87 -
(三) 矿区 2019 年社会经济概况：.....	- 89 -
四、矿区土地利用现状.....	- 90 -
(一) 矿区土地利用类型与特点.....	- 90 -
(二) 矿区土地利用权属.....	- 93 -
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	- 95 -
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	- 96 -
(一) 周边矿山地质环境治理与土地复垦分析.....	- 96 -
(二) 本气田矿山地质环境治理与土地复垦分析.....	- 100 -
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	- 110 -
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	- 110 -
二、矿山地质环境影响评估.....	- 111 -
(一) 评估范围和评估级别.....	- 111 -
(二) 矿山地质灾害现状分析与预测.....	- 115 -

(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测.....	- 135 -
(四) 矿区地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)破坏现状分析与预测.....	- 145 -
(五) 矿区水土环境污染现状分析与预测.....	- 145 -
三、矿山土地损毁现状与预测评估.....	- 150 -
(一) 土地损毁环节与时序.....	- 150 -
(二) 已损毁各类土地现状.....	- 154 -
(三) 拟损毁土地预测与评估.....	- 166 -
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	- 167 -
(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区.....	- 167 -
(二) 土地复垦区与复垦责任范围.....	- 169 -
(三) 土地类型与权属.....	- 170 -
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	- 171 -
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	- 171 -
(一) 技术可行性分析.....	- 171 -
(二) 经济可行性分析.....	- 171 -
(三) 生态环境协调性分析.....	- 171 -
二、矿山土地复垦可行性分析.....	- 172 -
(一) 复垦区土地利用现状.....	- 172 -
(二) 土地复垦适宜性评价.....	- 172 -
(三) 水土资源平衡分析.....	- 180 -
(四) 土地复垦质量要求.....	- 182 -
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	- 186 -
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	- 186 -
(一) 目标任务.....	- 186 -
(二) 主要技术措施.....	- 186 -
(三) 主要工程量.....	- 188 -
二、矿山地质灾害治理.....	- 188 -
(一) 目标任务.....	- 188 -

(二) 工程设计.....	- 188 -
(三) 技术措施.....	- 189 -
(四) 主要工程量.....	- 191 -
三、矿区土地复垦.....	- 192 -
(一) 目标任务.....	- 192 -
(二) 工程设计.....	- 193 -
(三) 技术措施.....	- 201 -
(四) 主要工程量.....	- 203 -
四、含水层破坏修复.....	- 211 -
(一) 目标任务.....	- 211 -
(二) 工程设计.....	- 211 -
(三) 技术措施.....	- 211 -
(四) 主要工程量.....	- 212 -
五、水土环境污染修复.....	- 212 -
(一) 目标任务.....	- 212 -
(二) 工程设计.....	- 213 -
(三) 主要工程量.....	- 213 -
六、矿山地质环境监测.....	- 213 -
(一) 目标任务.....	- 213 -
(二) 监测设计.....	- 214 -
(三) 技术措施.....	- 220 -
(四) 主要工程量.....	- 221 -
七、矿区土地复垦监测和管护.....	- 223 -
(一) 目标任务.....	- 223 -
(二) 措施和内容.....	- 223 -
(三) 主要工程量.....	- 225 -
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	- 227 -
一、总体工作部署.....	- 227 -
(一) 矿山地质环境治理总体工作部署.....	- 227 -

(二) 土地复垦工作部署.....	- 228 -
二、阶段实施计划.....	- 232 -
(一) 矿山地质环境治理阶段实施计划.....	- 232 -
(二) 土地复垦阶段实施计划.....	- 236 -
三、近期年度工作安排.....	- 240 -
(一) 矿山地质环境治理近期年度工作安排.....	- 240 -
(二) 土地复垦近期年度工作安排.....	- 245 -
第七章 经费估算与进度安排.....	- 247 -
一、经费估算依据.....	- 247 -
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	- 247 -
(一) 总工程量与投资估算.....	- 247 -
(二) 单项工程量与投资估算.....	- 249 -
三、土地复垦工程经费估算.....	- 251 -
(一) 总工程量与投资估算.....	- 251 -
(二) 单项工程量与投资估算.....	- 259 -
四、总费用汇总与年度安排.....	- 262 -
(一) 总费用构成与汇总.....	- 262 -
(二) 近期年度经费安排.....	- 267 -
第八章 保障措施与效益分析.....	- 273 -
一、组织保障.....	- 273 -
二、技术保障.....	- 273 -
三、资金保障.....	- 274 -
(一) 矿山地质环境保护资金保障措施.....	- 274 -
(二) 矿山土地复垦资金保障措施.....	- 275 -
四、监管保障.....	- 277 -
五、效益分析.....	- 278 -
(一) 经济效益分析.....	- 278 -
(二) 生态效益分析.....	- 278 -
(三) 社会效益分析.....	- 278 -

六、公众参与.....	- 278 -
(一) 公众参与过程.....	- 279 -
(二) 公众参与的环节与内容.....	- 279 -
第九章 结论与建议.....	- 283 -
一、结论.....	- 283 -
二、建议.....	- 285 -

前言

一、任务的由来

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目行政区划位于广元市苍溪县境内，开采矿种为天然气，矿权首次设立时间为 1989 年 4 月，为在生产气田。四川省四川盆地九龙山天然气开采项目是延续采矿权项目，矿区面积 34.7196km²，生产设计规模为**m³/a，申请年限 10 年（2021 年 3 月 17 日~2031 年 3 月 17 日）。四川省四川盆地九龙山天然气开采项目在 2012 年编制过“矿山地质环境保护与恢复治理方案”。

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目在生产建设活动中对区域地质环境造成了一定的影响，损毁、占用了一定的土地，在一定程度上加剧了人地矛盾。为了贯彻落实《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规[2016]21 号）、《矿山地质环境保护规定》（2019 年 7 月第三次修正）等规定和要求，严格执行《土地复垦条例》，全面做好矿山地质环境保护与恢复治理工作，及时复垦利用被损毁的土地，充分挖掘废弃土地潜力，促进土地集约节约利用，保护和改善矿山勘探、开采井场地质环境和生态环境，实现社会经济与环境的可持续发展，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司于 2020 年 3 月通过相关程序，确定由四川省地质工程勘察院集团有限公司承担《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制工作。

二、编制目的

编制本方案目的是为矿业开发、地质环境保护与生态恢复治理、土地复垦提供重要科学依据，有效治理矿山开采引发和加剧的地质灾害、水污染、水资源破坏，土地资源占用和破坏等环境问题，将生产单位的矿山地质环境和土地复垦目标、任务、措施及计划等落到实处，为土地复垦的实施管理、监督检查以及土地复垦费征收等提供依据。使被损毁的土地恢复并达到最佳综合效益的状态，努力实现社会经济、生态环境的可持续发展。从而保护土地，达到恢复生态环境保护

生物多样性，以期实现矿产资源的合理开发利用及矿山地质环境的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务，也为矿山延续矿权等相关手续提供依据。

具体任务是：

1、调查并查明矿区及影响范围地质灾害形成的自然地理条件和地质环境背景条件；

2、基本查明因矿区及影响范围以往开采对矿区地质环境破坏、采矿活动可能造成的地质环境破坏及污染现状；

3、对评估区矿山地质环境问题进行评估；

4、预测开采期间土地损毁的类型，以及各类土地的损毁范围和损毁程度，量算并统计各类被损毁土地的面积。

5、根据矿区所在地区土地利用总体规划、土地利用现状、损毁预测结果及待复垦土地适宜性评价，确定各类被损毁土地的应复垦面积，合理确定复垦后的土地利用方向。并根据气田开采的服务年限、土地损毁时间、损毁性质和损毁程度，确定复垦时间和复垦措施等。

6、在有关法律、法规和政策的基础上，按照气田开采工艺流程、生产安排及有关的行业标准和技术参数确定矿山地质环境保护与复垦方案、统计复垦工程量、测算复垦工程的投资，把复垦费用列入气田开采工程投资中。

三、编制依据

（一）有关法律法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（2009年修正）；
- 3、《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；
- 4、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年修订）；
- 5、《土地复垦条例》（2011年）；
- 6、《土地复垦条例实施办法》（2019年修正）；
- 7、《基本农田保护条例》（2011年修订）；
- 8、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正）；

- 9、《中华人民共和国水土保持法》（2011年）；
- 10、《中华人民共和国水污染防治法》（2018年）；
- 11、《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（2010年）；
- 12、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日）；
- 13、《矿山地质环境保护规定》（2019年7月第三次修正）；

（二）国家有关政策性文件

- 1、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规[2016]21号）；
- 2、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》（国土资发[2004]69号）；
- 3、《矿产资源权益金制度改革方案》国发〔2017〕29号；
- 4、《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》国土资发[2005]29号）；
- 5、《国土资源部关于贯彻落实<土地复垦条例>的通知》国土资发[2011]50号）；
- 6、《财政部国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综[2011]128号）；
- 7、财政部、税务总局《关于调整增值税税率的通知》财税〔2018〕32号；
- 8、《财政部、国土资源部、环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》财建[2017]638号；
- 9、《国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》国土资发〔2016〕63号；
- 10、《国土资源部、财政部、环境保护部、国家质量监督检验检疫总局、中国银行业监督管理委员会、中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》国土资规〔2017〕4号。

（三）技术规范、标准、规程

- 1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；
- 2、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

- 3、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 4、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 5、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- 6、《土地复垦方案编制规程第 5 部分：石油天然气（含煤层气）项目》（TD/T1031.5-2011）；
- 7、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 8、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；
- 9、《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规[2016]14 号）；
- 10、《陆上石油天然气开采业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0317-2018)
- 11、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB 15618-2018）；
- 12、《四川省土地开发整理工程建设标准》（2007）；
- 13、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- 14、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）；
- 15、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 16、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 17、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- 18、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）；
- 19、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；
- 20、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 21、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（试行）（T/CAGHP 006-2018）；
- 22、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 23、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 24、《地质灾害防治工程勘查规范》（DB50/T 143-2018）；
- 25、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 26、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- 27、《地下水监测工程技术规范》（GB/T 51040-2014）；
- 28、《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

29、《四川省用水定额》（DB51T2138-2016）。

（四）其他相关资料

1、《四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦方案》委托书，2020年3月；

2、《四川省四川盆地九龙山天然气开采项目开发利用方案》中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司川西北气矿，2020年3月；

3、《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司矿山地质环境保护与地质环境恢复治理方案》，成都华建勘察工程公司，2012年10月；

4、苍溪县地质灾害调查与区划成果资料；

5、原采矿许可证；

6、苍溪县、旺苍县1:1万标准分幅土地利用现状图；

7、苍溪县、旺苍县基本农田数据库；

8、广元幅区域工程地质、水文地质资料（1:200000）；

9、苍溪县红层水文地质资料（1:50000）；

10、四川省苍溪县和旺苍县统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报；

11、水、土样检测报告；

12、《苍溪县土地利用总体规划》（2006-2020年）；

13、《旺苍县土地利用总体规划》（2006-2020年）；

14、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司提供其它相关资料；

15、现场调查获得调查点、照片、录像、平剖面图等资料。

四、方案适用年限

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目为延续采矿权项目，根据本项目的开发利用方案，四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿权申请年限为10年（2021年3月17日~2031年3月17日）。

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目的方案适用年限根据开发利用方案进行确定，本着“预防为主、防治结合”、“在开发中保护、在保护中开发”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则，气田开发采

用边开采边治理、边复垦的工作指导思想，本项目生产结束当年开展复垦施工工程，闭坑复垦及管护期 4 年。综合本项目生产期、生产结束后复垦工程与矿山地质环境保护治理工程时间以及复垦植被监测管护的时间，确定本方案适用年限为 14 年，即 2021 年 3 月~2035 年 3 月。若是采矿权人扩大生产规模、变更矿区范围或者开采方式，5 年之后对本方案修编，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(2016)、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223~2011)和《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)进行，工作程序详见图 0.5-1。

图 0.5-1 矿山地质环境保护与土地复垦工作程序框图

我单位在接收任务后，立即组建了项目小组，在充分收集和利用已有资料的基础上，现场调查矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、土地总体规划等；依据矿区基础信息及矿产工程设计，评估矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境及土地损毁的程度，探究矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，划分矿山地质环境保护与治理分区，确定土地复垦区；再根据工程建设方案及其对地质环境影响、破坏程度，对土地的损毁情况，分阶段部署地质环境治理、土地复垦及监测养护工程，估算工程费用，为矿山地质环境保护及土地复垦提供技术支持，为主管部门监督提供依据。

（二）工作方法

（1）资料搜集

搜集有关工作区的自然地理、社会经济、矿区地质环境、水文气象、矿产勘查和地质灾害调查与区划、土地利用现状及规划、土壤、林草植被分布等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、存在的地质环境问题、土地利用现状及建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围及评估级别、土地复垦区范围和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

（2）野外工作方法

野外调查采用 1:10000 地形图做底图，GPS 定位，数码拍照，地质调绘采用线路调查法、环境地质点调查法、采访调查法等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，迅速了解和调查区内社会经济、人口分布、地形地貌、土壤植被、土地利用、人类工程活动、地质遗迹、地质界线、构造线、岩层产状和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、地质条件等情况，编绘工作区地质环境和土地利用简图，以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点及土地分布调查法：对调查区内地质灾害点、隐患点、建设工程点等逐点调查，查明地质灾害（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、损失程度、发灾原因等，查明工程占地类型、土地性质、损毁情况及权属关系，了解工程区可能存在的地质环境问题。

③公众意见征询法：本着“贯穿项目始终、多方参与”的原则，以采访工程区、地质灾害点附近的居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、地质灾害的活动现状和土地利用现状等，发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地相关主管部门对矿区地质环境和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

（3）室内资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223~2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）为依据，编制完成了《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

（三）完成的工作量

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司于 2020 年 3 月通过相关程序，确定由四川省地质工程勘察院集团有限公司承担《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制工作。

我单位接受任务后，即组织人员开展工作。项目技术小组进行矿区现场调查前收集了矿区开发方案、储量报告、管线布置图、井场、场站基础信息、气象水文、1:1 万地形图、区域工程地质、水文地质等相关资料，对收集的资料充分整理后开展野外工作。2020 年 3 月~4 月编写工作计划，2020 年 4 月 22 日~5 月 1 日，项目组赴现场进行了矿区已建设施的调查工作，2020 年 5 月 11 日~5 月 22 日，项目组对地面设施进行了补充调查。在野外调查过程中，结合矿区地形图、地质灾害调查与区划成果以及土地利用现状图等资料，对评估范围内的地质灾害（崩塌、滑坡）、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土污染、土地资源损毁及复垦情况等进行了详细调查。野外调查过程中，到苍溪县、旺苍县自然资源主管部门收集了矿区土地利用现状分幅图，苍溪县和旺苍县 2017-2019 年统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报。同时，项目组通过调查问卷的形式，对矿区所在地自然资源局、井场周边群众、土地复垦义务人等进行访问，了解矿山开采

对周围环境及人民生产生活的影响，完成水样、土样采集、测试等工作。

本次野外工作共完成调查面积约 35.42km²，地质环境调查点 63 个，发放公众调查表 10 份，采集样品 10 件，其中土样 4 件，地下水样 5 件，地表水样 1 件，拍摄照片约 610 张，拍摄录像 20 段。

表 0.5-1 完成实物工作量统计表

序号	工作名称	工作量	单位	备注	
野外调查	1	调查面积	35.42	Km ²	评估区内及周边影响区域
	2	地质调查点	63	个	井场、场站、道路等
	3	土壤采样	4	件	井场、场站、
	4	水样采样	6	件	地下水 5 件，地表水 1 件
	5	相机拍摄	610	张	-- --
	6	视频录制	20	段	-- --
	7	公众参与	10	份	调查问卷
室内工作	1	报告编制	1	份	-
	2	附图编制	6	张	矿山地质环境及土地复垦现状图、预测图、工作部署图

（四）评估质量综述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223~2011）、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）和《土地复垦方案编制规程第 5 部分：石油气》（TD/T1031.4-2011）的要求组织实施的。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、地质灾害、土地利用现状数据、矿山开发利用方案、土地复垦工程等资料的基础上开展的，同时通过走访等形式广泛征集了相关主管部门及矿区居民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员野外实测或搜集，保证了一手资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目（以下简称“四川省四川盆地九龙山天然气开采项目”）行政区划位于四川省苍溪县、旺苍县境内，西起苍溪县新观乡，东至苍溪县桥溪乡，南抵漓江镇、石灶乡，北达雍河镇，共涉及 5 个乡镇，17 个村。开采矿种为天然气，本次申请为延续采矿权。

原四川省九龙山天然气开采项目许可证号为 0200000030391，批准有效期限为 2000 年 03 月 17 日至 2021 年 03 月 17 日，开采矿种为天然气，生产设计规模为**m³/a，登记面积为 34.7196km²。

图 1.1-1 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目地理位置图

图 1.1-2 九龙山天然气开采采矿业范围与评审备案储量范围叠合图

二、矿山范围及拐点坐标

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目开采许可证号码为：0200000030391，范围：东经：**，北纬：**，矿区面积 34.7196Km²，申请年限 10 年（2021 年 3 月 17 日~2031 年 3 月 17 日）。采矿业申请基本信息表详见表 1.2-1，矿区拐点坐标详见表 1.2-2。

表 1.2-1 采矿业申请基本信息表

项目	内容
采矿业名称	四川省四川盆地九龙山天然气开采项目
采矿业性质	延续
申请人	中国石油天然气股份有限公司
所在探矿业的项目名称及证号	四川省四川盆地九龙山气田天然气，证号： 0200000030391
矿种	天然气
登记面积（平方千米）	34.7196
生产设计规模	**立方米/年
申请年限（年）	10

表 1.2-2 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目拐点坐标一览表

点号	经纬度坐标		国家2000坐标系	
	经度	纬度	X坐标	Y坐标
1	**	**	**	**
2	**	**	**	**
3	**	**	**	**
4	**	**	**	**
5	**	**	**	**
6	**	**	**	**
7	**	**	**	**
8	**	**	**	**
9	**	**	**	**
10	**	**	**	**

三、矿山开发利用方案概述

(一) 开发利用方案评价

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司川西北气矿于 2020 年 3 月完成了《四川省四川盆地九龙山天然气开采项目开发利用方案》的编制工作，2020 年 6 月 5 日完成了开发利用方案的预审查工作，预审查意见如下：

一、方案要点

1.项目申请延续采矿权,申请登记面积为 34.7196km²,申请有效期年限 10 年(2021 年 3 月~2031 年 3 月)。

2、截止 2019 年 12 月底，九龙山气田累计提交探明地质储量**m³，技术可采储量**m³，经济可采储量**m³。

3、方案设计动用地质储量**m³，利用开发井 10 口，设计年生产规模**m³，设计开采速度**，期末累计产气**m³，预测期末天然气采出程度为**。

4、本项目已投产气井资产净值为**万元，九龙山气田以行业基准内部收益率**进行测算，财务净现值 FNPV(税后)为**万元。

5、编制了相应的安全、环境保护措施、土地复垦及矿山恢复治理措施。

二、方案评价

1、九龙山气田已获探明地质储量**m³,设计年产气**m³,有一定的储量及生产能力，区内井口、场站及管道设备设施完好，具备延续采矿权的条件。

2、区块预测期末累计产气**m³，期末天然气采出程度为**，经济效益评价参数取值可靠，评价期内经济效益较好。

3、方案制定的安全环保措施充分参考了气田实际生产情况，现场具有可操作性。

总之，该开发利用方案编制依据充分，论据合理，同意通过审查。请根据采矿权延续要件需求进一步完善该方案。

三、修改意见

1、丰富完善储层特征、气藏类型等方面的静动态认识，要和储量报告中地质特征描述一致。

2、开采区块已钻井数需重新核对，“勘查历程及成果”中已钻井需详细情况介绍。

3、根据《油气开发利用方案编写大纲》，抓好开发利用方案修改、完善工作，确保申报区块和层位描述清楚、准确，核实数据、文字描述清晰、图表规范。

(二) 气田开发部署

九龙山气田珍珠组、须二下亚段、飞仙关组气藏，分层开发，各气藏均为受构造控制的岩性复合圈闭气藏，储层局部非均质性较强，气藏地质、动态特征基本认识清楚，地质储量基本得到动用。根据各气藏剩余储量及经济技术配套条件，须二下亚段气藏开发不具备经济效益（底水气藏，累产气量已超过经济可采储量**m³），后续气田开发层位主要为珍珠冲组和飞仙关组。已开发层系方案编制总体思路为“立足现有井网，确保效益开发”。

(1) 开发原则

①严格遵循国家有关法律、法规和政策，合理利用国有天然气资源。

②确保气田安全生产，保护环境。

③结合气藏地质特征、资源状况，优化开发设计，最大限度动用剩余储量，实现气田合理开发。

④已开发层系主要是通过气井自喷、排水采气、储层改造等措施，保持气井产能，延缓气藏递减，提高气藏最终采收率。

(2) 层系划分及组合

开发层系为珍珠冲组、须家河组和飞仙关组。

(3) 开采及驱动方式

干气气藏，产出少量地层水，采用衰竭式开发，驱动方式为弹性气驱。

(4) 井网井距论证

九龙山珍珠冲气藏历年投产井 9 口，截至 2019 年 12 月底累计产气**m³，探明地质储量**m³，技术可采储量**m³，地质储量采出程度**，技术可采储量采出程度**，储量动用充分。龙 16 井区探明地质储量**m³，技术可采储量**m³，截至 2019 年 12 月底气井累计产气**m³，地质储量采出程度**，技术可采储量采出程度**，储量得到有效动用。因此现有井网较为合理，能够满足合理开发需要，不需再部署新井。

(5) 采收率预测

根据气藏上报探明地质储量时确定的采收率，九龙山气田珍珠冲组气藏采收率为**，飞仙关组气藏采收率为**。

(6) 总体部署

根据开发利用方案，九龙山气田无新井部署投产，主要依靠现有生产井生产，需做好气井精细化管理，延缓气井递减，延长气井生产寿命，提高气井采收率。

(7) 开发指标预测

根据九龙山气田珍珠冲组气藏开发特征，按照目前生产趋势进行预测（图 1.3-1，表 1.3-1），在后续开发过程中综合考虑储层改造、排水采气等多种采油气工艺措施恢复产能，延缓递减，同时提高气藏最终采收率，预测气藏年度综合递减率可控制在**左右。

图 1.3-1 九龙山珍珠冲组气藏年产量递减预测图

注：递减率：以实际气藏生产数据拟合，符合双曲递减规律，递减率根据拟合曲线取值，
双曲递减无固定递减率。

表 1.3-1 九龙山珍珠冲组产量预测表

年度 (年)	生产井数 (口)	日产气量 (10 ⁴ m ³)	年产气量 (10 ⁴ m ³)	累产气量 (10 ⁸ m ³)	采气速度 (%)	采出程度 (%)
2020	8	**	**	**	**	**
2021	8	**	**	**	**	**
2022	8	**	**	**	**	**
2023	8	**	**	**	**	**
2024	8	**	**	**	**	**
2025	8	**	**	**	**	**
2026	8	**	**	**	**	**
2027	8	**	**	**	**	**
2028	8	**	**	**	**	**
2029	8	**	**	**	**	**

年度 (年)	生产井数 (口)	日产气量 (10^4m^3)	年产气量 (10^4m^3)	累产气量 (10^8m^3)	采气速度 (%)	采出程度 (%)
2030	8	**	**	**	**	**

根据飞仙关组气藏开发特征，按照气井稳定递减趋势进行预测，在后续开发中综合考虑储层改造、排水采气等多种采油气工艺措施恢复产能，延缓递减，同时提高气藏最终采收率，预测气藏年度综合递减率可控制在**左右。

表 1.3-2 九龙山飞仙关组产量预测表

年度 (年)	生产井数 (口)	日产气量 (10^4m^3)	年产气量 (10^4m^3)	累产气量 (10^8m^3))	采气速度 (%)	采出程度 (%)
2020	1	**	**	**	**	**
2021	1	**	**	**	**	**
2022	1	**	**	**	**	**
2023	1	**	**	**	**	**
2024	1	**	**	**	**	**
2025	1	**	**	**	**	**
2026	1	**	**	**	**	**
2027	1	**	**	**	**	**
2028	1	**	**	**	**	**
2029	1	**	**	**	**	**
2030	1	**	**	**	**	**

根据气田生产递减规律，预测气田已开发层系开发指标（表 1.3-3）：开发井总井数 9 口；动用探明地质储量** m^3 ，设计开采速度**，设计开采年限 10 年。预计到 2030 年 12 月时九龙山气田珍珠冲组、飞仙关组累计产气** m^3 ，采出程度**（表 1.3-3）。气田 2030 年后气田仍有一定的储量，可技术开采，区内井口、场站及管道设备设施完好，具备延续采矿权的条件，仍可延续开采。

表 1.3-3 油气田开发方案参数表

项目	内容		合计
开发层系	珍珠冲组	飞仙关组	珍珠冲组、飞仙关组
开发方式	衰竭式	衰竭式	衰竭式
注采井网	/	/	/
开发井总数(口)	8	1	9
动用储量(亿立方米) 及面积(平方千米)	**	**	**
设计生产规模(亿立方米)	**	**	**
设计高峰稳产年限(年)及 年产量(亿立方米)	递减开发, 无高峰稳产期		
设计开采速度(%)	**	**	**
设计开采年限(年)	10	10	10
累计产量(亿立方米)	**	**	**
天然气采收率(%)	**	**	**
天然气回收率(%)	/	/	/
截止日期	2030 年 12 月		

(8) 探明储量情况

截止 2019 年 12 月底, 九龙山气田累获天然气探明地质储量**m³, 技术可采储量**m³, 经济可采储量**m³ (见表 1.3-4)。

2005 年, 对九龙山气田须家河组气藏进行了储量套改, 套改后天然气探明地质储量**m³, 技术可采储量**m³, 经济可采储量**m³ (国土资储备字〔2006〕T17 号)。

2017 年, 对珍珠冲组气藏进行了新增储量计算, 计算后气田探明地质储量增加**m³, 技术可采储量增加**m³, 经济可采储量增加**m³ (国土资储备字〔2017〕251 号)。

2018 年, 对飞仙关组气藏进行了新增储量计算, 计算后气田探明地质储量增加**m³, 技术可采储量增加**m³, 经济可采储量增加**m³ (自然资储备字〔2019〕28 号, 151000020191040)。

2019 年, 对珍珠冲组、须家河组、飞仙关组气藏进行了标定, 计算后累计探明地质储量**m³, 技术可采储量**m³, 经济可采储量**m³ (2019 年标定)。

表 1.3-4 九龙山气田天然气储量情况表

年度	层位	含气面积 (平方千米)	探明储量			来源
			地质储量 (亿立方米)	技术可采 (亿立方米)	经济可采 (亿立方米)	
2005	须家河组	18.53	**	**	**	国土资储备字 [2006]T17 号
2017	珍珠组	—	**	**	**	国土资储备字 [2017]251 号
2018	飞仙关组	—	**	**	**	自然资储备字 [2019]28 号, 151000020191040
2019	须家河组	18.53	**	**	**	2019 年标定
	珍珠冲组	—	**	**	**	
	飞仙关组	—	**	**	**	
	小计		**	**	**	
累计产量 (亿立方米)			**			
剩余储量 (亿立方米)			**	**	**	
产能 (亿立方米/年)			**			
申请年限(年)			10			

(三) 地面工程

九龙山天然气开采共发现 3 个气藏，分别为珍珠冲组、须二下亚段和飞仙关组。根据气田总体开发规划，气田地面工程总体布置详见图 1.3-2 及附图。

1、已建地面工程

(1) 井（站）场

根据建设单位提供的开发利用方案和实地勘查，截止 2020 年 3 月，气田已建设完成井场 12 座，井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，其中 4 座井场、配套设施及进场道路废弃。气田已建设输气管线 13 条，共 82.14km。

表 1.3-5 气田井场统计表

序号	井（站）场名称	行政区划	坐标（2000 坐标系）		备注		备注
			X	Y	废弃	在用	
1	龙 002-4 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
2	龙 002-H2 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
3	龙 002-9-1 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
4	龙 1 井	苍溪县雍河乡	**	**	√		
5	龙 15 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
6	龙 10 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
7	龙 12 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
8	龙 16 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
9	龙 8 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
10	龙 9 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
11	龙 4 井	苍溪县新观乡	**	**		√	同场井
12	龙 13 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
13	新观首站	苍溪县新观乡	**	**		√	
14	龙王配气站	苍溪县龙王镇	**	**		√	
15	龙王首站	苍溪县龙王镇	**	**		√	
16	九龙山净化厂	苍溪县漓江镇	**	**		√	

(2) 集输工程

九龙山气田珍珠冲组气藏历年投入生产井共有 8 口，龙 10 井等单井所产天然气输至新观首站集中脱水后大部分进入新白线外输供广元片区用户，小部分进入新龙线供苍溪片区用户。

九龙山气田须二下亚段气藏历年投入生产井共有 3 口，龙 12 井等单井所产天然气输至新观首站集中脱水后大部分进入新白线外输供广元片区用户，小部分进入新龙线供苍溪片区用户。

飞仙关组气藏目前仅有龙 16 井生产，井口天然气经 5 级节流、水套炉加热、

分离、干法脱硫计量之后输至新观首站脱水后大部分进入新白线外输供广元片区用户，小部分进入新龙线供苍溪片区用户。其中井口至 3 级节流阀压力等级为 137MPa，龙 16 井 3 级节流阀后至 5 级节流阀压力等级为 32MPa，5 级节流阀后至出站管线压力等级为 6.3MPa。

九龙山气田珍珠冲组气藏、须二下亚段气藏、飞仙关组气藏地面集输管网共有集输气管线 13 条 82.14km，管道采用油管、L245、L245NB、L360 和 20#钢材质，目前管网满足运行，管线基础信息见表 1.3-6。

表 1.3-6 九龙山气田珍珠冲组气藏地面集输管线基础信息表

序号	管线名称	管线起点	管线终点	管线规格 (mm*mm*km)	管线材质	设计压力 (MPa)	运行压力 (MPa)	实际输量 (10 ⁴ m ³ /d)	备注
1	龙 1 井至龙 15 井	龙 1 井	龙 15 井	88.9*6*1.16	L245	10			停用
2	龙 9 井至新龙线 T 接点	龙 9 井	新龙线 T 接点	88.9*6.0*0.25	20#	6.4	3.12~3.86	0.1~0.5	间开井
3	龙 9 井至北干线 3 号阀井	龙 9 井	北干线 3 号阀井	114.3*6.3*1.45	L245NB	9.9			
4	龙 10 井至新观首站	龙 10 井	新观首站	219.1*7.1*3.5	L245NB	6.4	3.0~4.2	16~19	间开井
5	龙 12 井至新观首站	龙 12 井	新观首站	219*8*3.8	20#	6.4	3.60~4.50	35~40	
6	龙 15 井至龙 12 井	龙 15 井	龙 12 井	114*6*2.5	L245NB	6.3	3.80~4.70	35~40	
7	龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点	龙 002-4 井	龙 002-9-1 管线 T 接点	88.9*6*0.65	L245NB	9.8			停用
8	龙 002-H2 井至龙 9 井	龙 002-H2 井	龙 9 井	83*14*1.33	L245	32			停用
9	龙 002-9-1 井至	龙 002-9-1 井	新观首站	114*6.3*1.7	L245NB	9.8			停用

	新观首站								
10	龙16井至新观首站	龙16井	新观首站	89*8*0.8	L245NB	6.3	2.70~3.75	1.0~2.0	
11	新龙线	新观首站	龙王配气站	219.1*8*14.7	20#	6.4	3.1~3.7	28	
12	新白线	新观首站	白水配气站	406*6.3*35.5	L360	5.5	3.07~3.7	30	
13	南干线	龙002-7井T接点	龙王首站	273*8.8*14.8	L360NB	9.6			停用

2、拟建地面工程

根据开发利用方案，九龙山气田无规划新建井场。珍珠冲组、须家河组、飞仙关组气藏以现有气井生产，不再部署新井。

图 1.3-2 气田开发地面工程总体布置图

（四）主要开采工艺技术

1 钻完井工艺

（1）设计原则

- ①钻井工程设计应系统考虑、精心设计，保证钻井施工优质、高效、低耗。
- ②要有利于发现油气层、保护油气层；充分发挥每个产层的生产能力、保证井眼轨迹符合勘探开发的要求。
- ③确保井身质量、完井质量能满足储层改造、井下作业和长期开采的需要。
- ④有利于降低多产层、多压力系统的井下复杂及风险。
- ⑤有效保护储层，使不同层系油气层不受钻井液损害。
- ⑥要充分体现并采用本地区 and 国内外钻井先进技术，推广成熟的钻井工艺技术和工具、设备。
- ⑦严格执行《石油与天然气钻井井控技术规定》、《钻井井控技术规程》等相关钻井作业标准规范。

（2）钻井工程方案

①钻井设备选择

须二下亚段及珍珠冲组气藏：探井主要选用 F200-2DH 钻机，后期开发井主要选用 ZJ50L 钻机。飞仙关组气藏：选用 ZJ70 钻机。

②井身结构

须二下亚段及珍珠冲组气藏：前期探井主要为直井，后续开发井主要为定向井（图 1.3-3）。主要采用四开井身结构： $\Phi 339.7\text{mm}$ 表层套管下至蓬莱镇组 300~400m 左右，封固浅部地层； $\Phi 244.5\text{mm}$ 技术套管下至 2000m 左右，封固上沙溪庙组地层； $\Phi 177.8\text{mm}$ 套管下至须二 3300~3500m；四开采用 $\Phi 152.4\text{mm}$ 钻头钻完目的层，大多采用射孔完井。

飞仙关组气藏：采用五开井身结构： $\Phi 508.0\text{mm}$ 导管下至蓬莱镇组 100m 左右， $\Phi 339.7\text{mm}$ 表层套管下至沙溪庙组 1700m 左右，封固浅部地层； $\Phi 244.5\text{mm}$ 技术套管下至 4750m 左右； $\Phi 177.8\text{mm}+\Phi 193.68\text{mm}$ 套管下至 5800m 左右；五开采用 $\Phi 149.2\text{mm}$ 钻头钻完目的层，采用射孔完井。

图 1.3-3 九龙山须家河气藏气井（龙 12 井）井身结构图

图 1.3-4 九龙山珍珠冲气藏气井（龙 002-9-1 井）井身结构示意图

图 1.3-5 九龙山珍珠冲气藏气井（龙 16 井）井身结构示意图

③钻头选型及钻井参数

探井钻头主要选用牙轮钻头，后期开发井在三开阶段采用空气钻进，其余阶段主要采用牙轮钻头。

④钻井液

须二下亚段及珍珠冲组气藏探井：蓬莱镇组 0~390m 地层采用 $1.03\sim 1.15\text{g/cm}^3$ 的普通泥浆钻进；蓬莱镇组~上沙溪庙组 390~1500m 地层采用 $<1.02\text{g/cm}^3$ 的聚合物钻进；上沙溪庙组~下沙溪庙组 1500~2800m 地层采用 $1.05\sim 1.25\text{g/cm}^3$ 的聚合物钙处理泥浆钻进；下沙溪庙组~千佛岩组 2800~2950m 地层采用 $1.30\sim 1.35\text{g/cm}^3$ 的钙处理泥浆钻进；千佛岩组~须三顶 2950~3426m 地层采用 $1.65\sim 1.75\text{g/cm}^3$ 的混油加重钙处理泥浆钻进；须三顶~井底地层采用 $1.87\sim 1.94\text{g/cm}^3$ 的混油加重三磺泥浆钻进。

须二下亚段及珍珠冲组气藏后期开发井：蓬莱镇组 0~50m 地层采用 $1.05\sim 1.10\text{g/cm}^3$ 的高粘切膨润土钻井液钻进；蓬莱镇组 50~300m 地层采用 $1.02\sim 1.05\text{g/cm}^3$ 的聚合物无固相钻井液钻进；蓬莱镇组~沙溪庙组 300~2200m 地层采用空气钻进；沙溪庙组 2200~2350m 地层采用 $1.12\sim 1.20\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进；沙溪庙组 2350~2650m 地层采用 $1.22\sim 1.30\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进；沙溪庙组~自流井组 2650~2900m 地层采用 $1.37\sim 1.50\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进；自流井组 2650~2900m 地层采用 $1.37\sim 1.50\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进；自流井组 2900 至井底地层采用 $1.52\sim 1.65\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进。

飞仙关组气藏探井：蓬莱镇组 0~100m 地层采用 $1.04\sim 1.12\text{g/cm}^3$ 的高粘切膨润土钻井液钻进；蓬莱镇组 100~370m 地层采用 $1.03\sim 1.05\text{g/cm}^3$ 的聚合物无固相钻井液钻进；蓬莱镇组~沙溪庙组 370~1700m 地层采用 $1.05\sim 1.14\text{g/cm}^3$ 的聚合物无固相钻井液钻进；沙溪庙组 1700~2254m 地层采用空气钻进；沙溪庙组~千佛岩 2254~2924m 地层采用 $1.31\sim 1.58\text{g/cm}^3$ 的聚磺钻井液钻进；千佛岩~须三段 2924~3276m 地层采用 $1.61\sim 1.82\text{g/cm}^3$ 的聚磺钻井液钻进；须三段~嘉三段 3276~4572m 地层采用 $1.84\sim 2.00\text{g/cm}^3$ 的聚磺钻井液钻进；嘉三段~大隆组 4572~5828m 地层采用 $2.00\sim 2.15\text{g/cm}^3$ 的聚磺钻井液钻进；大隆组至井底地层采用 $2.21\sim 2.28\text{g/cm}^3$ 的钾聚磺钻井液钻进。

⑤井控

根据规范要求选用相应级别井控装置。

须二下亚段及珍珠冲组气藏探井：各次开钻按井下压力进行井口装置选择，

第一开选择使用简易井口装置。二开主要采用 2FZ35-35 双闸板防喷器。三开及四开主要采用 2FZ23-35 双闸板防喷器+FH23-35 环形防喷器组合井口装置。

须二下亚段及珍珠冲组气藏后期开发井：各次开钻按井下压力进行井口装置选择，第一开选择使用简易井口装置。二开、三开主要采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器+FX35-10.5/21 旋转防喷器组合井口装置。四开主要采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器组合井口装置。

飞仙关组气藏探井：各次开钻按井下压力进行井口装置选择，第一开选择使用简易井口装置。二开采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器组合井口装置。三开采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器+FX35-10.5/21 旋转防喷器组合井口装置。四开及五开采用 2FZ28-105 双闸板防喷器+FZ28-105 单闸板防喷器+FH28-35 环形防喷器组合井口装置。

⑥固井

套管强度校核是按地质设计提供的地层压力系数和设计钻井液密度来进行计算的。当实钻地层压力和钻井液密度超过设计值(如钻遇异常高压气、水层等情况)，应重新校核安全系数并按规定要求对套管柱设计作相应调整。

2 完井工艺

主要采用射孔完成。

3 储层改造工艺

须二下亚段及珍珠冲组气藏：探井主要采用射孔方式改造储层，后期开发井主要采用射孔+复合土酸酸化方式改造储层。

飞仙关组气藏探井：采用射孔+胶凝酸酸化方式改造储层。

气田采用常规酸化工艺进行增产改造，通过酸化解除钻井过程中造成的近井地带污染，力争沟通远井地带的天然裂缝，提高气井产量。酸液一般选用常规胶凝酸+可降解暂堵球，胶凝酸的主要配方为 20% HCl+2.5% 胶凝剂+1.0% 铁稳剂+1.0% 助排剂+1.0% 粘土稳定剂+1.0% 缓蚀剂+1.0% 转向剂。施工记压降结束后，立即恢复井口设备，即刻返排，采用强制闭合的方式。使用地面流程控制放喷排

液，排液过程中不允许使用井口闸门控制排液流量。建议采用油嘴控制放喷。排液期间，对返排液进行取样、化验、分析。采用自喷返排方式，若自喷出现困难立即进行气举排液。

4 油气开采工艺

气井见水前自喷生产，出水后采用泡排（龙 2 井、龙 002-H2 井、龙 12 井、龙 002-4 井、龙 10 井）、气举（龙 002-9-1 井）、电潜泵（龙 002-8 井、龙 14 井）等多种排水工艺维持气井连续带液生产。

5 防水治水防腐蚀

珍珠冲组气藏采取“见水排水、分步实施”的防水治水总体思路。第一阶段，针对现有气水同产井，完善地面输排水设施，及时有效排水，确保井底不积液。第二阶段，根据第一步实施效果和跟踪分析，研究水源方向，进一步确定水体能量，选点强排水。龙 002-H2 井、龙 12 井、龙 10 井采取了泡排工艺带水生产、龙 002-9-1 井采取了气举工艺带水生产、龙 8 井采取电潜泵工艺强排水。

须二下亚段气藏是具底水的背斜型气藏，出水后气井大多停产，未采取有效的防水治水措施。

珍珠冲组气藏、须二下亚段气藏为不含硫化氢、低含二氧化碳的干气气藏，气井生产过程中产地层水（CaCl₂ 型）。开发过程中，面临的腐蚀主要为 CO₂ 腐蚀和地层水腐蚀，采用的防腐蚀手段主要为材质防腐，目前油管主要采用 BG90S、BG95S 钢级，具有一定的抗腐蚀能力。

九龙山飞仙关组二段气藏为弱水驱气藏，龙 16 井生产过程主要依靠自身地层能量带水。

九龙山飞仙关组组气藏为低含硫化氢的干气气藏，气井生产过程中产地层水（CaCl₂ 型）。开发过程中，面临的腐蚀主要为 H₂S 腐蚀和地层水腐蚀，采用的防腐蚀手段主要为材质防腐，目前油管采用 AC95MS 钢级，具有一定的抗腐蚀能力。

（五） 共伴生资源综合利用

九龙山珍珠冲、须二下、飞仙关气藏天然气勘探成果表明，该层位的矿产资

源主要是天然气，且气质优良，含硫化氢，含有少量二氧化碳。因此，九龙山珍珠冲、须二下、飞仙关气藏暂不涉及共伴生资源的综合利用。

（六）与非油气矿产的协调开发

油气勘探开发工作中，西南油气田公司严格执行《关于改进和优化建设项目用地预审和用地审查的通知》【国土资规（2016）16号】、《国土资源部关于进一步做好建设项目压覆重要矿产资源审批管理工作的通知》【国土资发（2010）137号】，从制度上确保了油气矿产与其它非油气矿产资源重叠的妥善处理。

九龙山气田在气田勘探开发过程中，西南油气田分公司积极开展了压覆矿产资源调查等工作，妥善避让砂石、黏土等小型露天开采矿权，实现油气矿产与非油气矿产的和谐开发。

（七）固体废弃物、废水排放与处置情况

1、固体废弃物

钻井过程中的废渣主要有岩屑和废泥浆。

（1）钻井岩屑

钻井岩屑分为普通钻井岩屑和含油钻井岩屑，普通岩屑一般是采用水基钻和空气钻过程中产生的钻井岩屑。岩屑在钻井过程中连续产生，根据对九龙山地区钻井岩屑产生量的调查访问，平均一口井的产生量在 180~400m³ 之间，除去部分冲洗后用于垫井场及进场道路外，其余不能利用的堆放在岩屑坑里，岩屑坑用混凝土衬里，完井后按四川油气田钻井废弃物无害化处理技术规范（Q/SY XN0276—2007）的有关要求进行无害化处理。

含油岩屑是气井造斜阶段采用油基钻产生的，含油岩屑属于危险废物，必须单独收集，完井后交由具有该项危险废物处置资质的单位进行处置。

（2）钻井泥浆

钻井废泥浆是钻井过程中无法再循环利用而废弃的泥浆（含失效泥浆）、钻井完工后地面泥浆循环系统内和井筒内贮存的钻井泥浆。根据对本矿区钻井泥浆配备情况和使用情况分析，矿区泥浆未受其他地层污染，完井后的废泥浆量约有

300m³，泥浆除因泥浆循环过程中筛分出的失效泥浆外，对其中密度高的部份作转运回收利用，用于其他钻井井场使用，其余部分采取脱水固化处理，完井后与钻井岩屑一起就地进行泥浆固化、填埋处理。

2、废油

钻井过程中废油的主要来源有：①机械（泥浆泵、转盘、链条等）润滑废油。②液压控制管线刺露，如液压大钳、封井器及液压表传压管线刺露。③清洗、保养产生的废油，如更换柴油机零部件和潜洗钻具、套管时产生的废油。钻井产生的废油用废油罐收集，产生量约 0.3t/口井，钻井现场配备废油回收桶，地面采取防渗措施，在完井后交由具有废油处置资质的单位进行处置。

3、废水

钻井废水主要产生于钻井工程中的钻井废水、洗井废水、酸化废水以及运营期间产生的气田水、生活污水等。

（1）钻井废水

钻井废水是在钻井施工过程中产生的钻井废弃泥浆析出水。根据对气田现有钻井作业废水产生量的调查，钻井阶段每钻进 1m 需要用水量约 0.7m³，泥浆水经泥浆泵、振动筛、沉淀池等处理后，由罐车输送处理。

（2）洗井废水

洗井一般采用清水洗井，压入井内的清水会在排液测试阶段从井底返排出来，废水总量约 100 m³/口井，主要污染物指标为 pH 值、COD、悬浮物等，存于废水池，经过物理沉淀后，罐车运送处理。

（3）酸化废水

测试放喷前需对井筒进行一次酸化洗井作业(盐酸)。当进行酸化洗井时，压入地层的酸液会在排液测试阶段从井底返排出来，进入废水池。经类比调查和分析，废水产生量约 90m³/口井。酸化作业废水不外排，从井身中返回后导入经防渗处理的废水池中储存，进行重要的预处理，即加碱中和，以防止酸化作业废水对运输车辆的损坏，降低运输过程中的环境风险。经处理后的酸化作业废水运至矿区附近污水处理厂集中处理。

（4）气田水

气田水矿化度高，特别是特征离子浓度高，为避免气田水排放污染环境，气田水采取通过罐车运至邻区处理。从九龙山天然气开采各气藏的产水情况看，产水井主要集中在珍珠冲组气藏，其次为须家河组，飞仙关组产水量很少。目前基本稳定在 55m³/d 左右。站场分离产生的气田水通过罐车运至邻区进行处理；清管检修废水通过废水罐或水池收集，最后与气田水一起运送处理，不在矿区内排放；站场员工产生的生活污水通过旱厕收集后用于周边农田肥料使用。

九龙山天然气气田水按照《气田水回注技术规范》（Q/SY01004-2016）、《气田水注入技术要求》（SY/T6596-2016）等规范要求，对气田水进行了预先处理，确保水质达标后再罐车运送，保护区域含水层不受影响。

（5）生活污水

生活污水主要来自于井场及营地。设管网收集厕所等生活卫生器具排出的污水进入化粪池，化粪池顶部上清液夏季用于站区绿化，固体物定期用车拉走。

四、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

九龙山气田自 1989 年 4 月龙 9 井须二下亚段投产以来，至今已有 30 年开采历史。从开发历程看，该气田开发可分为两个阶段。

第一阶段：1989 年~2007 年（须二下亚段）。九龙山气田须二下亚段气藏气井共计 5 口，生产井 4 口，日产气**m³/d~**m³/d 左右。由于地层水处理难度大及管道输送能力限制，气井生产不连续。由于底水锥进，龙 1 井和龙 9 井相继水淹停产后，气藏整体处于停产状态，累计产气**m³，累计产水**m³，采出程度仅**。同时对龙 12 井封堵水层上试须三段获气，但由于堵水不成功，仅能限产开井。

第二阶段：2007 年至今（珍珠冲组、飞仙关组）。随着龙 9 井 2007 年 9 月 23 日在珍珠冲组上试获气投产，相继对珍珠冲组（龙 8 井、龙 12 井、龙 10 井、龙 11 井、龙 1 井、龙 5 井）开展了老井上试挖潜、酸化增产措施，绝大部分井获得了工业气流。2009 年开展了三维地震构造整体评价，部署多口探井及开发

井获工业气流。2012年随着龙002-9-1井及龙002-4井的投产，珍珠冲气藏日均产气量在同年4月达到历史最高点**m³/d，日均产水量**m³。自2012年5月开始，随着龙002-H2井、龙12井、龙002-9-1井及龙002-4井等主力产气井产水量的快速上升，气井产气量递减幅度增大，加之受整个气藏自身规模限制，珍珠冲气藏产气量进入递减期。目前部分气井间歇生产。截至2019年12月31日，区内珍珠冲组气藏历年投入开发井9口，其中生产井5口，后续对3口井开展了泡排、气举措施，现生产井共8口，累计生产天然气**m³，累计产水**m³；飞仙关组二段气藏开发工作始于2009年龙16井投产，日产气**m³/d稳定生产至2014年，随后缓慢递减。截至2019年12月31日，龙16井累计产气**m³，产水**m³（见表1.4-1）。

图 1.4-1 九龙山气田珍珠冲组气藏采气曲线图

图 1.4-2 九龙山气田飞仙关组气藏采气曲线图

表 1.4-1 气田开发简况表

项目	九龙山		
	珍珠冲组	须二下亚段	飞仙关组
产能分布层系			
目前年产量(亿立方米)	**		
地层压力 (MPa)	50.09	60.70	98.347
可采储量累计采出程度(%)	**	**	**
开发井总数(口)	9	5	1
采油/气井总数(口)	8	4	1
截止日期	2019 年 12 月 31 日		

(二) 开采现状

根据开发利用方案开采区块上一持证期内完成的钻井基本信息表和实地勘查，截止 2020 年 3 月，气田已建设完成井场 12 座，包括勘探井、生产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，其中 4 座井场、配套设施及进场道路废弃。气田已建设输气管线 13 条，共 82.14km。

1. 井（站）场及配套设施

截止 2020 年 3 月，气田勘探、开采过程已建设完成井场 12 座，勘探井、生

产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，其中 4 座井场、配套设施及进场道路废弃。井（站）场配套设施主要包括进场道路、放喷池、废水池等。矿区地区道路网密度较大，矿山在充分利用原有道路体系的同时修建进场道路。进场道路路面一般宽 3.5-4.0m。

（1）井场

采气井场用地指保证建井和生产期内钻井作业、井下作业和摆放各种采气设施所占用的土地。当地貌条件需要采用钻井作业井场作为采气井场用地时，采气井场用地指标不应大于表 1.4-2 的规定。当地貌条件需要采用井下作业井场作为采气井场用地时，采气井场用地指标不应大于表 1.4-3 的规定。

表 1.4-2 采气井场用地指标 1

序号	井深级别	用地面积 (m ²)
1	井深≤1000m	3900
2	1000m<井深≤3000m	9000
3	3000m<井深≤5000m	10000
4	井深>5000m	12000

注：同一井场每增加一口井，增加用地面积在单井井场用地面积基础上不超过 20%。

表 1.4-3 采气井场用地指标 2

序号	井深级别	用地面积 (m ²)
1	井深≤1000m	1000
2	1000m<井深≤3000m	1500
3	3000m<井深≤5000m	2400
4	井深>5000m	4900

井场场面结构：根据收集的气田典型钻前井场设计说明书，设计井场场面由基层和面层组成；井场场面按 ZJ50 有效使用面积，不含井架基础，场面基层按 20cm 片石，场面面层按 8cm 碎石，场面分层碾压。井场场面铺装层：（1）没有原钻机基础部分为 20cm 厚片石+10cm 厚 C15 混凝土垫层+20cm 厚 C25 混凝土面层；（2）有基础部分，直接在基础上部浇筑 20cm 厚 C25 混凝土面层。砼层伸缩缝间距 5m，伸缩缝宽 3cm，采用沥青灌缝。外侧需用条石砌筑挡土矮墙。

清洁化生产平台场面铺装：20cm 厚片石基层+10cm 厚 C15 混凝土垫层，面层采用 C25 混凝土浇筑。砼层伸缩缝间距 5m，伸缩缝宽度 3cm，采用沥青灌缝。

（2）站场

常温分离集气站用地包括生产设施（进出站阀组、集气分离设施、加热设施、

加注设施)及辅助设施(仪表控制间、变配电间)的用地。常温分离集气站用地指标根据站场功能、处理量及集气支线数等综合确定,其用地指标不应大于表 1.4-4 的规定。

表 1.4-4 常温分离集气站用地指标

序号	规模($10^4\text{m}^3/\text{d}$) (功能:汇管+分离 1 套; 集气支线 2 条)	用地面积 (m^2)	工艺功能			集气支线 每增减 1 条 用地指标 增减值 (m^2)
			分离设 备每增 加 1 套, 用地指 标增加 值 (m^2)	加热设 备每增 加 1 套, 用地指 标增加 值 (m^2)	加注设 备每增 加 1 套, 用地指 标增加 值 (m^2)	
1	处理量 ≤ 20	3800	100	150	100	50
2	$20 < \text{处理量} \leq 50$	4000	110	160	110	60
3	$50 < \text{处理量} \leq 100$	4400	120	180	120	80
4	$100 < \text{处理量} \leq 200$	5600	150	220	150	100

(3) 进场道路及其他设施

进场道路用地指保证建井及生产期内通往井场的各型车辆安全通行,并能满足抢险车辆通行的新建或扩建道路所占用的土地。

进场道路用地按道路宽度乘以道路长度进行计算。进井场道路路基用地宽度指标不应大于 4.5m,边沟、护坡、防洪坝、挡土墙、错车道等用地按实际情况计算。根据收集的钻前井场土建工程施工图设计及现场调查,结构层为泥结碎石路面(片石基层压实厚度为 20cm,路面碎石层压实厚度为 8cm)。

放喷坑结构形式:放喷坑墙体及基础均采用页岩标砖砌筑,放喷坑底部采用 C25 碎石砼浇筑。坑底浇筑、墙体砌筑完成后,采用耐火砂浆进行抹面,耐火砂浆抹面厚度不小于 2cm。

井架基础采用刚性浅基础。下部采用 C25 片石砼,片石含量不超过 20%;面层为 30cm 厚 C25 碎石砼。

场内其它设备基础采用刚性浅基础。下部为 20cm 厚片石基层+10cm 厚 C15 混凝土垫层+20cm 厚 C25 混凝土面层。砼层伸缩缝间距 5m,伸缩缝宽度 3cm,采用沥青灌缝。

表 1.4-5 气田完建井场统计表

序号	井（站）场名称	行政区划	坐标（2000 坐标系）		备注		备注
			X	Y	废弃	在用	
1	龙 002-4 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
2	龙 002-H2 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
3	龙 002-9-1 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
4	龙 1 井	苍溪县雍河乡	**	**	√		
5	龙 15 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
6	龙 10 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
7	龙 12 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
8	龙 16 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
9	龙 8 井	苍溪县新观乡	**	**	√		
10	龙 9 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
11	龙 4 井	苍溪县新观乡	**	**		√	同场井
12	龙 13 井	苍溪县新观乡	**	**		√	
13	新观首站	苍溪县新观乡	**	**		√	
14	龙王配气站	苍溪县龙王镇	**	**		√	
15	龙王首站	苍溪县龙王镇	**	**		√	
16	九龙山净化厂	苍溪县漓江镇	**	**		√	

表 1.4-6 气田完建井站进场道路拐点坐标

序号	道路名称	拐点编号及坐标					
		1		2		3	
		X	Y	X	Y	X	Y
1	龙 002-4 井进场道路	**	**	**	**	**	**
2	龙 002-H2 井进场道路	**	**	**	**	**	**
3	龙 1 井进场道路	**	**	**	**	**	**
4	龙 10 井进	**	**	**	**	**	**

	场道路						
5	龙 12 井进场道路	**	**	**	**	**	**
6	龙 15 井进场道路	**	**	**	**	**	**
7	龙 16 井进场道路	**	**	**	**	**	**
8	龙 8 井进场道路	紧邻乡道					
9	龙 9 井进场道路	**	**	**	**	**	**
10	新观首站（龙 4 井、龙 13 井）进场道路	**	**	**	**	**	**
11	龙王配气站进场道路	紧邻县道					
12	龙王首站进场道路	紧邻城市市政道路					
13	九龙山净化厂进场道路	紧邻乡道					
14	龙 002-9-1 井进场道路	**	**	**	**	**	**

2. 集输工程

根据气田开发利用方案及建设现状,气田已建设输气管线 13 条,共 82.14km,气田开采的天然气全部供四川省苍溪县、旺苍县两个地区使用。



照片 1.4-1 龙 002-3-H2 井



照片 1.4-2 龙 002-4 井



照片 1.4-3 龙 002-H2 井



照片 1.4-4 龙 1 井



照片 1.4-5 龙 10 井



照片 1.4-6 龙 16 井



照片 1.4-7 龙 12 井站



照片 1.4-8 龙 15 井



照片 1.4-9 龙 8 井



照片 1.4-10 龙 9 井



照片 1.4-11 龙王配气站



照片 1.4-12 龙王首站



照片 1.4-13 新观首站（龙 4 井）



照片 1.4-14 龙 13 井



照片 1.4-15 龙 002-9-1 井



照片 1.4-16 九龙山净化厂

表 1.4-7 气田已建管道工程统计表

序号	管线名称	管线起点	管线终点	管线规格 (mm)	设计压力 (MPa)	长度 (km)	实际输量 (10 ⁴ m ³ /d)	备注
1	龙 1 井至龙 15 井	龙 1 井	龙 15 井	88.9	10	1.16		停用
2	龙 9 井至新龙线 T 接点	龙 9 井	新龙线 T 接点	88.9	6.4	0.25	0.1~0.5	间开井
3	龙 9 井至北干线 3 号阀井	龙 9 井	北干线 3 号阀井	114.3	9.9	1.45		
4	龙 10 井至新观首站	龙 10 井	新观首站	219.1	6.4	3.5	16~19	间开井
5	龙 12 井至新观首站	龙 12 井	新观首站	219	6.4	3.8	35~40	
6	龙 15 井至龙 12 井	龙 15 井	龙 12 井	114	6.3	2.5	35~40	
7	龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点	龙 002-4 井	龙 002-9-1 管线 T 接点	88.9	9.8	0.65		停用
8	龙 002-H2 井至龙 9 井	龙 002-H2 井	龙 9 井	83	32	1.33		停用
9	龙 002-9-1 井至新观首站	龙 002-9-1 井	新观首站	114	9.8	1.7		停用
10	龙 16 井至新观首站	龙 16 井	新观首站	89	6.3	0.8	1.0~2.0	
11	新龙线	新观首站	龙王配气站	219.1	6.4	14.7	28	
12	新白线	新观首站	白水配气站	406	5.5	35.5	30	
13	南干线	龙 002-7 井 T 接点	龙王首站	273	9.6	14.8		停用

表 1.4-8 气田已建管道工程拐点坐标统计表

序号	管线名称	编号	坐标		编号	坐标	
			X	Y		X	Y
1	龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
2	龙 002-9-1 井至新观首站	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
3	龙 9 井至北干线 3 号 阀井	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
4	龙 002-H2 井至龙 9 井	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
5	龙 9 井至新龙线 T 接点	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
6	龙 1 井至龙 15 井	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
7	龙 10 井至新观首站	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
8	龙 12 井至新观首站	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
9	龙 15 井至龙 12 井	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
10	南干线	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**

		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
11	新龙线	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
12	新白线	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**
13	龙 16 井至新观首站	1	**	**	2	**	**
		3	**	**	4	**	**
		5	**	**	6	**	**
		7	**	**	8	**	**

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区属亚热带湿润季风气候，属大巴山暴雨影响区。冬季寒冷，少雨干燥，多寒潮，春季温暖，多干旱，夏季火热，雨水集中，伏旱突出，秋季阴雨多。多年平均降雨量 996.8mm，多年平均日照时数为 1490.9 小时，无霜期 288 天，具热量丰富、雨水充沛、无霜期长、气候温和、四季分明、有“高山寒未尽，谷底春意浓”的气候特征。多年平均气温 16.6℃，一月平均气温 5.8℃，八月平均气温 26.4℃，极端最低气温-4.6℃，最高气温 39.3℃，主要有旱、涝、雹等灾害性气候，以旱灾为主。

区内常年降雨量在 573.2~1605.1mm，但受大气环流控制，降雨分配季节不均。冬春（11 月~翌年 4 月）两季节水量少，多年平均降水量仅 150.2mm，只占全年的 15.07%，降雨不能满足蒸发需要，因此，冬旱、春旱常常发生。夏秋两季（5~10 月）降雨量偏多，多年平均降水量 846.6mm，占全年的 84.93%，但时间分布不均。区内以年降水量大于 1150mm 为多雨年，小于 950mm 为少雨年，出现多雨年频率占 34%，少雨年频率占 47%，正常年频率仅占 19%。全年各旬降水有两个多雨期，即：6 月下旬至 7 月中旬、8 月中旬至 9 月下旬，这两段时期内多暴雨和洪涝。而 7 月下旬至 8 月上旬为相对少雨期，这段时期内常有夏旱伏旱发生。

区内春旱一般出现在 3~4 月，32 年中有 19 次，持续时间最长出现在 1974 年 3 月 1 日至 5 月 5 日，共 67 天。夏旱一般出现在 5~6 月，32 年中夏旱有 25 次，持续时间最长 64 天（1972 年）；冬旱一般出现在 12 月至次年 2 月，32 年中共出现 13 次，在 1966 年持续时间长达 99 天。

（二）水文

矿区河流属长江流域，包括嘉陵江水系。苍溪县境嘉陵江及其一级支流东河迂回曲折纵贯南北，插江、深沟河等 6 条较大支流九曲回肠结成河网。矿区范围内无大型河流，仅发育小型支沟溪流、河流，较大河流为矿区北西部的毛芋湾河。

区域属大巴山暴雨影响区，嘉陵江与境内第二大河流东河河道蜿蜒曲折，曲流发育，流量大，季节分配和年际变化大。受降水季节分配不均的影响，区域内的河流年内变化明显，大致是冬枯、春缓升、夏汛、秋汛终。而对于遍布全区的支流，由于汇水面积小，降雨量有限，多形成季节性河流，流量变化大，一到枯期便基本无地表径流。

1、嘉陵江：古称渝水，为流经苍溪县境第一大河。在鸳溪乡入境，经浙水、马桑、回水绕县城后，南向经镇水、寨山于涧溪口出境流入阆中市境内，过境长度 103Km。平均比降 0.52~0.58‰，多年平均径流量 2120m³/s，过境洪峰最大流量 19800m³/s，最小流量 112m³/s。

2、东河：又名宋江，是流经苍溪县境第二大河。流经川陕两省，东河上游分东西二源：东源宽滩河，发源于陕西省南郑县的姚家坝，向西流至邓家地后折向西南流经英翠至双河后向南流；西源盐井河发源于陕西省宁强县黎坪场东的三心眼处，向西流至柴家坝后折向南流径万家国华至双河场与东源宽滩河泄合后称为东河，流经贯子坝、旺苍、嘉川、东溪、歧坪、元坝，至王渡镇周家河入阆中市文成乡下游 2km 处的烂泥沟汇入嘉陵江。在元坝场有较大支流插江汇入。河流全长 293km，总落差 1536m 河流走向东北-西南向，流域形状呈扇形，全流域面积为 5040km²，多年平均流量 109.1m³/s，水能理论蕴藏量 237MW。东河径流主要由降水补给，水量丰沛，但年内年际变化较大。据清泉乡水文站实测资料统计，河口处年平均流量最大值为 246m³/s(1981 年)、最小值为 37.2m³/s(1979 年)，二者之比为 6.61 倍，最大洪峰流量 11100m³/s。年径流量主要集中在 5~9 月，占全年径流量的 79.7%。枯水期 10 月至翌年 4 月，主要由地下水补给，径流量占全年径流量的 20.3%。每年 4 月以后径流随降雨的增大而逐渐增大，6、7、8 三个月水量最丰，9 月份次之，11 月起由于降雨减少，径流开始以地下水补给为主，

稳定退水至翌年 4 月。其中 1~2 月份为最枯，占年径流的 2.5%。清泉水文站控制流域面积 5011km²,测得最大洪峰流量 11100m³/s。年平均最大流量 185m³/s(1964 年)，最小年平均流量 26.6m³/s。多年平均流量 99.6m³/s，多年平均径流量 31.43 亿 m³。在矿区内由矿区东部桥溪乡由北向南，曲折迂回，纵贯县境腹部。实测矿区东部的东河河道宽 81-153m，境内长度 189.5Km。

3、插江：又名凿水，为东河最大支流。上有分两支：一为雍河，发源于广元大南山南麓之冒火山河道宽约 20m，矿区内的毛芋湾河汇入雍河，河道宽 10m，水面宽 4.5m，流速 0.1-0.2m/s，实测流量 0.05-0.1m³/s。一为桥河，发源于广元大南山南麓之火地山，两支流在两河汇流后，流经龙王、三川、石门，在插江寺注入东河，全长 68Km。多年平均径流量 0.6m³/s，最大洪峰流量 4000m³/s。

区域属大巴山暴雨影响区，多年平均地表径流量为 10.33×10⁸m³，年均径流深 437mm。

迄今为止，全县已建各类水利工程 9018 处，其中：中型水库 3 座，小（一）型水库 16 座，小（二）型水库 135 座，山平塘 8193 处，石河堰 132 处，电力提灌站 95 处，总蓄、引、提水量 1.78×10⁸m³，有效水量 1.38×10⁸m³，死水 2262×10⁴m³，已建成水利工程大多分布于东青、城郊、五龙、元坝、歧坪一带。而苍溪县所需有效水量粗略估计为 3.2×10⁸m³，可见其供需矛盾还是很大的。

由于各地表水体分布面积较小，且多已遭到污染，水质较差，一般不具供水功能。



照片 2.1-1 东河



照片 2.1-2 雍河

图 2.1-1 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿区水系图

（三）地形地貌

调查区地貌按地质构造和地貌形态特征分类属川北深丘与低山区。区内受米仓山、大巴山构造控制，总体地势由北向南倾斜。北部横亘着海拔 1000m 以上的黑猫梁、九龙山、龙亭山和龙干山组成的低中山区，山脉成北、北东弧形走向。九龙山主峰海拔 1377.5m，为县境内制高点。最低点位于八庙乡涧溪口海拔仅 353m，高差 1024.5m。按地貌学及全国地貌区划指标分类，根据矿区实际，将其分为四种类型（详见图 2.1-2 矿区地貌图）。

1、低中山区（中山窄谷）：为构造侵蚀地形，分布于苍溪县北东部桥溪乡至北部雍河乡一带。母岩为白垩系下统城墙岩群和侏罗系上统蓬莱镇组(J_{3p})，由于受九龙山背斜控制，岩层倾角 5~10°，形成走向北东~南西的单面山，山脊狭窄，山势陡峭，沟深谷窄。顺向坡坡度略大于岩层倾角，一般 10~15°左右，

顺向坡沟谷发育，破坏了坡面的连续性；反向坡坡度较陡，一般 45° 左右，沟谷不发育，河流深切，呈“V”字型。该区海拔高度 1000~1300m，沟谷切割深度 500~800m，尤以东溪地势最为雄伟。分布面积 578.15Km²，占县域总面积的 24.80%。

2、台状低山区（低山窄谷）：为构造侵蚀剥蚀地形，主要分布于苍溪县龙王镇、新观乡南部和漓江镇区域以南及以西的大部分地区。出露地层为白垩系下统剑门关组上、下段，局部地段有白垩系下统剑阁组地层零星分布，地貌多呈平台、长梁低山状，似树枝或羽毛状展开，形成向西南倾斜的似单面山。相邻山脉结合部，形成山塬，多为长梁平台地，顶部开阔、平缓，山坡呈台阶状逐级下降，沟深谷窄，谷坡陡峭。海拔多在 600~1000m 间，相对高度在 200~500m 之间，西部以位于亭子乡与剑阁县鹤龄接壤的长宁山主峰（峨顶堡）海拔 868.3m 为最高；东部以河池乡与烽烟乡接壤的琳琅山主峰海拔 946.7m 为最高。分布面积 1211.31Km²，占县域总面积的 51.95%。

3、深丘

标高 940-1180 米，相对高差 60-100 米，位于龙王镇等地，侏罗系蓬莱镇组地层分布区，由于该层砂岩较多，切割后，谷窄坡陡，呈树枝状或不对称的羽毛状分布，山脊多呈串珠状或鸡爪状。穿插起伏，地形较高。在中、深丘陵间，地形切割得极为破碎，常见“V”、“U”形冲沟，也有呈阶梯状的沟谷和陡直箱形谷。一般切割深度 10 米左右，深者 20 米。

4、侵蚀堆积地貌

总体零星分布于嘉陵江、东河干流冲积而成的侵蚀堆积平坝分布于沿江两岸，包括河漫滩、一、二级阶地及高阶地，分布面积 4.3Km²，在工作区范围内分布于雍河、毛芋湾河、甘河沟等河流、溪流沿岸，按其形态可分为：

①河漫滩

零星分布于雍河及河床两侧，呈舌形或条带形，组成物为现代河流冲洪积之砂卵石。高出河水面 0-4 米，常遭洪水淹没，变迁大，规模较小，长 11.6 公里，表面起伏不平，微倾河心。此外在龙王配气站一带，毛芋湾河沿程，也呈小规模

零星分布。

②I级阶地

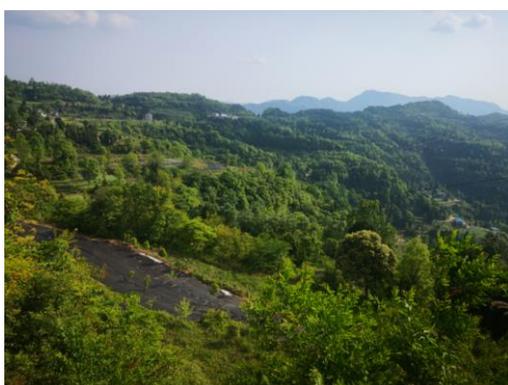
零星分布于雍河、毛芋湾河等河两岸，多呈窄条状。阶地高出河水面 5-13 米，表面平整，以 2 度左右微倾下游河床。分布面积大者大者长 0.5-2.5 公里，宽 0.3 公里左右，如龙王镇喻马路河道右岸等地。组成物上为粘质砂土，下为砂砾石。



照片 2.1-3 低中山（窄谷）地貌



照片 2.1-4 台状低山地貌



照片 2.1-5 台状深丘（窄谷）地貌



照片 2.1-6 侵蚀堆积地貌

图 2.1-2 矿区地形地貌图

（四）植被

矿区植被为亚热带常绿阔叶林，九龙山区域有森林面积 8048 公顷，森林覆盖率 91.7%，矿区主要植被有松柏类、竹类、银杏、樟树、兰花等植物 170 科 892 种，分乔木、灌木、竹类、藤本、草本、常见藻类植物等。栽培植物除粮食、油料、蔬菜等主要农作物外，还有蚕桑、枇杷、花椒等经济作物。照片为矿区主要植被的照片。



照片 2.1-7 典型植被—银杏



照片 2.1-8 典型植被—侧柏、松树

（五）土壤

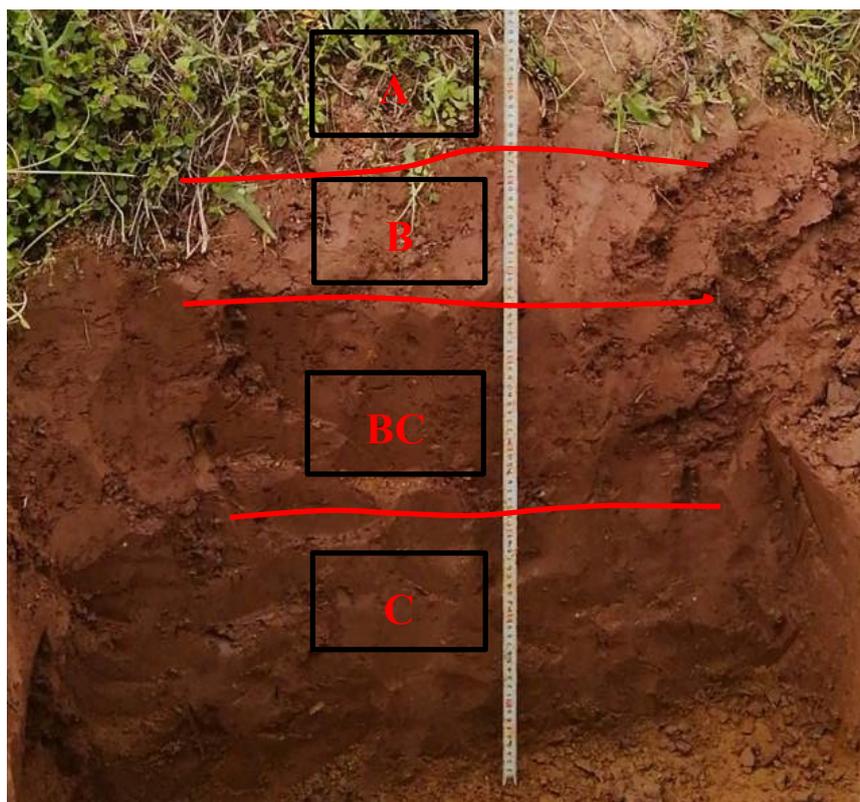
矿区主要土壤有紫色土、黄壤土、水稻土和冲积土 4 类。

（1）紫色土

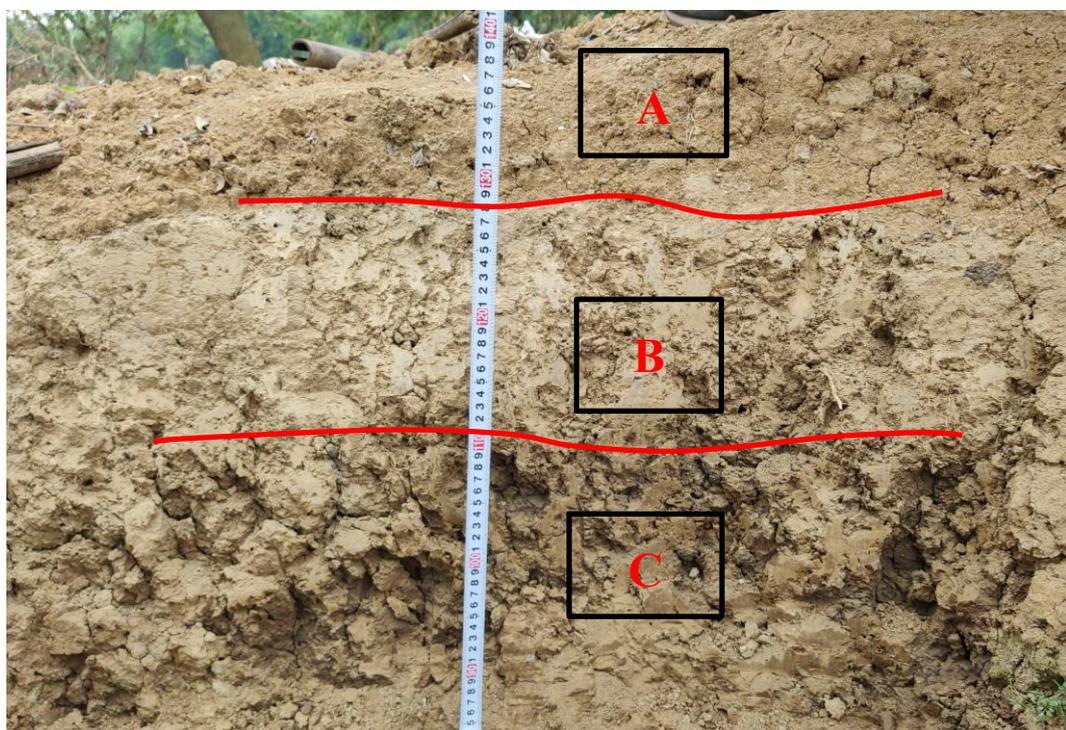
紫色土一般都含有数量不等的碳酸钙，含量可达 10%，多呈微酸性反应，pH 值为 6.5~8.5 之间。紫色土质地较粗、大多为砂壤土、轻壤土或中壤土，耕性和通透性较好，有机质含量约为 1.0%，盐基饱和度达 80%~90%。耕作久的表土有机质含量可达 1.5%，含氮量小于 0.1%，但磷、钾含量丰富，全磷含量可高达 0.15%，全钾含量在 2% 以上，适宜粮、棉、油等多种作物生长。土壤中性，有机质、有效磷、速效钾含量相对较差，典型种植制度为油菜-玉米-薯。

（2）黄壤土

黄壤，土体构型为 A-B-C，分布在平缓（ $<10^\circ$ ）或局部低洼地，层次分化明显，其 PH 约为 7.00，B 层紧实度 1.00~1.20，质地组合为中壤至中重壤。耕作层厚度一般在 15cm 左右，耕作层有机质在 15.20g/kg 左右，全氮含量约为 1.14g/kg，速效磷 9.9mg/kg，速效钾 86mg/kg，pH 值位于 6.50~7.50 之间。耕作层厚度在 15-30cm 左右，旱地主要种植的农作物为玉米和小麦。



照片 2.1-9 紫色土土壤剖面



照片 2.1-10 黄壤土土壤剖面

(3) 水稻土

水稻土是境内主要的产粮土壤类型。因其不同的成土条件、地质构造、地貌形态、生态环境等因素，而发育形成了不同的土属土种。

水稻土土体构型为 A-P-B-C。由冲洪积成土母质发育形成，成土母质主要是由蓬莱镇组灰棕紫色砂、泥岩风化物 and 紫色泥（页）岩风化物发育成的。剖面浅层为黏质土，随深度增加砂质组分增加、粒径变粗，由浅层的粉砂至深部的粗砂、砾石、卵石。水稻土一般土体较厚，介于 30~60cm 之间。土壤肥力较高，耕作层有机质 22.3g/kg，全氮含量约为 1.37g/kg，速效磷 8.4mg/kg，速效钾 101mg/kg。pH 值位于 6.00~7.50 之间。土壤酸碱度适中、有机质、有效磷、速效钾含量较丰富，土壤类型以水稻土为主，典型种植制度为稻-再生稻、稻-菜和油-玉-薯。



照片 2.1-11 水稻土土壤剖面

二、矿山地质环境背景

(一) 地层岩性

根据1:20万广元幅区域地质图以及气田钻井揭露,九龙山构造缺失泥盆系、石炭系,不同程度缺失中、上寒武统、下奥陶统和中、上志留统,其余地层层序正常,地表出露第四系松散沉积物和侏罗系上统蓬莱镇组紫红色泥岩,钻遇最老地层为寒武系沧浪铺组。矿区地层层序自上而下依次为侏罗系蓬莱镇组、遂宁组、沙溪庙组、凉高山-东岳庙组、珍珠冲组,三叠系须家河组、雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组,二叠系大隆组、吴家坪组、茅口组、栖霞组、梁山组,中志留统地层。详细地层岩性结构综合分析列入下表2.2-1。

九龙山气田工作区的地表出露地层主要为侏罗系上统蓬莱镇组(J_{3p})砂泥岩地层,分布于低中山~台状低山山坡及顶部,构造部位处新观背斜核部及两翼,由石英砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚韵律互层产出。分上下两段:下段为灰色块状长石石英砂岩与紫红色泥岩互层,夹紫红色粉砂岩,底部砂岩含泥岩、砾石,砂、泥岩比例为1:3。上段为灰、灰白色块状细粒岩屑长石石英砂岩、长石砂岩与紫红色泥岩互层,夹灰紫色粉砂岩,底部为块状长石砂岩。



照片 2.2-1 矿区砂泥岩 1



照片 2.2-2 矿区砂泥岩 2

表 2.2-1 九龙山气田地层简表

界	系	层位		层位 代号	厚度 (m)	岩性简述
		统	组			
中生界	侏罗	上	蓬莱镇	J _{3p}	238.9~858.5	紫红色砂质泥岩、泥岩与紫红色粉砂岩、泥质粉砂岩不等厚互层
			遂宁	J _{3s}	206.0~600.2	上段：紫红色厚层块状细-粉粒长石石英砂岩与紫红、棕红色泥岩组成三个韵律 下段：紫红钙质砂质泥岩为主，夹多层灰绿或灰白色薄-厚层状泥质钙质粉砂岩。
		中	沙溪庙	J _{2s}	1541.5~1936.3	上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩。 下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。
			凉高山-东岳庙	J _{2l-J_{2d}}	130.0~480.0	灰、深灰色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩呈互层分布，局部夹有深灰-灰黑色页岩
		下	珍珠冲 (主要产气层位)	J _{1z}	40.0~260.0	上部为数个浅灰或黄灰色细粒石英砂岩与紫红色、黄绿色砂质泥岩、页岩韵律互层组成，局部为灰绿与紫红掺杂的杂色泥页岩，下部为含石英岩质砾石的石英砂岩和砂质细砾岩，底部发育厚度仅数米的灰白色石英砂岩
			须家河 (主要产气层位)	T _{3x}	493.0~649.5	上部主要为浅灰、灰色细砂岩和深灰色页岩互层，偶见灰黑色砂质页岩，下部主要为灰色细砂岩，加少量深色页岩及粉砂岩，底部为灰色泥质细砂岩。须六段、须四段、须二段以砂岩为主，须五、须一段以页岩为主，须三段为砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩不等厚互层，下部夹炭质页岩及煤层。
	三叠	中	雷口坡	T _{2l}	373.5~511.3	上部为灰色云岩夹灰白色石膏层。中部灰色云岩与灰色灰岩互层，夹云质膏岩和灰色石膏层，下部灰色白云岩夹石膏岩和薄层黑色灰质泥岩，局部含团块
			嘉陵江	T _{1j}	804.5~942.3	分为四段，一段、三段以灰岩为主，二段、四段以白云岩为主，其中嘉一段灰色中薄层状灰岩、泥质灰岩夹少量白云质灰岩；二段为灰色薄-厚层白云岩、泥质白云岩；三段浅灰色薄-厚层状灰岩夹白云质灰岩；四段为灰色薄-中厚层白云岩夹白云质灰岩，刀砍纹发育。
	古生界	下	飞仙关 (主要产气层位)	T _{1f}	765.5~800.0	该层分为四段，其中飞四段为紫红、灰绿色细粒岩屑晶屑凝灰岩，中上部夹紫红色泥页岩；飞三段为紫色薄-中厚层细粒岩屑晶屑凝灰岩，夹含粉砂凝灰质页岩；飞二段为紫色薄-中厚层粉粒-细粒岩屑晶屑凝灰岩；飞一段为黄绿色薄-中厚层粉粒-细粒岩屑晶屑凝灰岩互层，钙质胶结。
			大隆	P _{2d}	29.5~61.0	顶部底部为灰黑色碳质泥岩，中部为灰色硅质灰岩
上		吴家坪	P _{2w}	58.0~78.6	底部王坡页岩段为黑色碳质页岩夹煤线，中、上部主要为生屑灰岩夹深灰色细-粗粉晶凝灰质白云岩，含珊瑚、藻类、有孔虫等生物	
		茅口	P _{1m}	160.8~193.0	岩性主要为生物碎屑灰岩。上部为深灰色生屑灰岩，黑灰色硅质岩、硅质泥岩。中部为块状生屑灰岩间夹薄层细粉晶白云岩，下部为灰色生屑灰岩夹薄层有机质生屑灰岩、黑色灰质页岩。茅口组分为茅一段~茅四段。茅一段为黑	

					色介屑泥灰岩与含骨屑泥晶灰岩波状互层，泥质灰岩夹黑色页岩；茅二段为灰色厚层块状灰岩；茅三段主要为灰白色块状灰岩、生物碎屑灰岩；茅四段主要为棕灰色灰岩，夹生物碎屑灰岩。
		栖霞	P _{1q}	98.4~106.0	上部为灰色厚层-块状亮晶生屑灰岩与豹斑状云质灰岩，下部深灰色中-厚层状粉晶藻屑、生物灰岩夹泥质灰岩、页岩
		梁山	P _{1l}	8.5~11.2	底部含铝质泥岩，黑色页岩夹煤线。
志留	中-下		S ₁₋₂	428.9	灰色、灰绿色薄层状泥岩、粉砂岩和灰质泥岩、底部未灰黑、黑色泥页岩，富含有机质
奥陶	上	五峰	O _{3w}	6.1	灰黑色页岩、硅质页岩和泥质硅质岩
	中	宝塔	O _{2b}	30.0	下部岩性为灰褐色灰岩，上部为泥晶灰岩
		十字铺	O _{2s}	20.0	下部岩性主要为灰色泥晶灰岩，上部主要为褐灰色含泥灰岩
	下	湄潭	O _{1m}	10.6	灰黑色泥岩
		桐梓	O _{1t}	22.9	灰色云质泥岩、灰色粉晶白云岩和褐灰色膏质白云岩
寒武	上	洗象池	Є _{3x}	63.3	灰褐色粉晶白云岩、灰褐色泥晶白云岩夹灰褐色颗粒白云岩
	中	高台	Є _{2g}	84.3	棕红色云质泥岩、浅灰色泥质泥-粉晶白云岩和砂质白云岩
	下	龙王庙	Є _{1l}	81.7	褐灰色泥-亮晶颗粒白云岩、中薄层状深灰-灰黑色泥质泥-粉晶白云岩和中-厚层状深灰色砂质白云岩
		沧浪铺	Є _{1c}	5.7	灰黑色砂岩、云质砂岩

图 2.2-1 矿区地质剖面图

图 2.2-2 矿区综合地层柱状图

（二）地质构造

九龙山天然气开采区域构造位置在大地构造上属扬子准地台之川中台坳，以地质力学观点看，属中国东部巨型新华夏系第三沉降带四川盆地之川西褶皱带和川中褶皱带。工作区地表无断裂构造，总体来看构造较为简单，以北东或北东东向的宽缓褶皱为主，主要有：新场向斜、新观背斜、九龙山背斜、苍溪向斜及龙干山背斜，以苍溪向斜为界，其西北为川西褶皱带，其东南为川中褶皱带。区域内褶皱平缓，北部以倾向南东的单斜形态为构造特征，岩层倾角自北而南逐渐减缓，由 $7\sim 10^\circ$ 渐变过渡为 $1\sim 3^\circ$ ，甚至水平，其中仅苍溪向斜在构造上形成略具储水向斜的轮廓。现将工作区主要构造简述如下：

1、地表主要构造

（1）新场向斜

分布于县境北端，为近东南向，两翼产状平缓，倾角 $5\sim 10^\circ$ ，两翼及轴部均为侏罗系蓬莱镇组地层。

（2）新观背斜

南自苍溪龙王，经新观、桥溪，北至旺苍塌洞坪，轴向北东 70° ，两翼及轴部均为侏罗系蓬莱镇组地层，北西翼较缓，倾角 $5\sim 7^\circ$ ，东南翼较陡，倾角 $5\sim 11^\circ$ ，此背斜在县境内长约20Km。

（3）九龙山背斜

位于调查区西部，沿天观至三川延伸，轴向北东 70° ，全长37Km，两翼平缓开阔，倾角 $1\sim 3^\circ$ ，出露地层以剑门关组下段为主，另有蓬莱镇组和零星的剑门关组上段。

（4）苍溪向斜

位于县城北至文昌场之间，近直线展布，轴向北东 70° ，两翼对称，倾角 1° ，东端可达 3° ，出露地层为剑门关组上、下段，零星出露剑阁组。

2、深部断层

九龙山构造须家河组以上浅层断层不发育，断距较小，规模不大。地腹由浅至中层断层逐渐发育，具有一定规模的断层多发育于地腹中层的三叠系飞仙关组

至深层奥陶系，断层多分布在鼻褶的两翼，为倾轴逆断层。九龙山构造主要发育中深层断层。工作区矿区范围内仅在龙4井以南有小型断裂发育，为逆断层，位于九龙山构造北翼，走向与构造轴向近于平行NWW，倾向SSE，断开飞四底界至茅口组底界，断层长度约0.7km，向上消失于三叠系飞仙关组内部，向下消失于志留系。

3、地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）和《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），苍溪县抗震设防烈度为VI度，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组是第一组，特征周期为0.35s。旺苍县抗震设防烈度为VI度，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组是第一组，特征周期为0.35s。

由上可以看出，调查区内褶皱平缓，北部以倾向南东的单斜形态为其构造特征，岩层倾角自北而南逐渐减缓，由7~10°逐渐变为2~3°，甚至水平。区内未见大的构造断裂，以北西向及北东向构造裂隙和层面裂隙为主要的破裂结构面，风化带裂隙的发育，在很大程度上是受这一构造带的影响和控制。

图 2.2-3 九龙山构造须二下亚段顶界地震反射构造图

图 2.2-4 矿区主要地质构造图

（三）水文地质

由于区内比较轻微和稳定的构造变动特点，决定本区地下水主要活动带一般集中于浅部，鲜见深层或较深层构造裂隙水，地下水主要赋存于洼地风化带及洼地冲洪积带。储水裂隙的形成多以层间裂隙和风化裂隙为主，构造裂隙一般不发育。根据收集到的苍溪县、旺苍县红层找水成果（1:5 万）、1:20 万广元幅水文地质资料及本次现场调查形成水文地质图，详见图 2.2-5、图 2.2-6，气田开采层位与含水层相对位置关系见柱状图 2.2-7。

由于区内红层地层岩性以相对较软的碎屑岩为主，本区地下水除浅部风化裂隙水外，还有深层或较深层构造裂隙水，地下水主要赋存于洼地风化带、洼地冲洪积带和深层层间裂隙带，仅在局部地段富水，储水裂隙的形成多以层间裂隙和风化裂隙为主。工作区地貌类型为低中山～深丘区，含水层所在地段地形起伏大，

地下水循环交替强烈，单井出水量受季节影响非常明显。

1、地下水类型

(1) 第四系松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水主要赋存于区内河流漫滩、阶地堆积的砂砾卵石层中，呈带状沿河分布，含水层厚度较大时，一般单孔涌水量可达 $10\sim 50\text{m}^3/\text{d}$ 。除此而外，在丘陵的宽缓谷地内的残坡积层内含有少量的孔隙潜水，一般单孔涌水量仅 $3\sim 10\text{m}^3/\text{d}$ ，富水性贫乏。

(2) 碎屑岩类孔隙裂隙水

区内红层地下水主要赋存于砂、泥岩风化带裂隙中，分布普遍，地下水类型主要为红层风化带裂隙水。区内风化带裂隙水主要赋存于侏罗系蓬莱镇组(J_3p)和白垩系下统剑门关组(K_1J)、须家河组(T_3X)砂、泥岩风化裂隙中。

a. 红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水

九龙山天然气开采区广泛分布侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p)砂泥岩地层，侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p)地层主要分布于苍溪县北东部龙洞乡~东溪镇~土鲤乡~山川镇一线以北的低中山~台状低山山坡及顶部。砂岩裂隙和泥岩风化裂隙网络构成地下水储集、运移空间，但以砂岩裂隙水为主。由于岩性岩相在纵横向上均有变化、以及裂隙发育的差异性，导致含水性极具不均匀的特点。本含水层处嘉陵江各支流分水岭地段，由于分布位置高，相对高差大，山顶及斜坡为地下水的补给径流带，无地下水赋存，地下水多在半坡以上以泉水形式出露，总的来说地下水贫乏，地表出露泉流量一般 $0.01\sim 0.10\text{L/s}$ ，个别泉流量可达 0.45L/s ，单井出水量一般小于 $0.3\text{m}^3/\text{d}$ ；山间洼地、缓坡带、台状低山平台中后缘地带为地下水的埋藏区和排泄区，由于台状低山~中低山区的地下水补给面积大，补给源丰富，其富水程度一般较好，单井出水量一般 $0.3\sim 5\text{m}^3/\text{d}$ ，局部宽谷洼地有利于地下水的埋藏，单井出水量可达 $5\sim 20\text{m}^3/\text{d}$ 。该区地下水径流模数小于 $0.2\text{L/s}\cdot\text{Km}^2$ 。含水砂岩上下均被相对隔水的泥岩所夹持，因此形成多层互相叠置的互不联系的层叠结构，具有层间承压的特点，富水性较不均一，有随深度增加而减弱的规律。该含水层为砂岩裂隙含水，地下水的化学成分多属 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型，矿化度较低，水质较好。

白垩系下统剑门关组 (K_{1j}) 地层主要分布于苍溪县龙洞乡~东溪镇~土鲤乡~山川镇一线以南及以西大部分地区,地貌类型为台状深丘~台状低山区。泥岩风化裂隙与砂岩构造裂隙网络构成地下水储集、运移空间,但以砂、泥岩风化裂隙水为主。本含水层处嘉陵江各支流分水岭地段,由于分布位置高,相对高差大,山顶及陡倾斜坡为地下水的补给径流带,无地下水赋存,地下水多在半坡以上以泉水形式排泄,总的来说地下水贫乏,地表出露泉流量一般 0.01~0.10L/s,个别泉流量可达 0.5L/s 以上,单井出水量一般小于 0.3m³/d;山(丘)间洼地、缓坡带、平台中后缘地带为地下水的埋藏区和排泄区,由于台状低山~台状深丘区地下水补给面积较大,补给源较丰富,其富水程度一般较好,单井出水量一般 0.3~5m³/d,宽谷洼地有利于地下水的埋藏,单井出水量可达 5~20m³/d,局部地带因有浅层构造裂隙水埋藏,单井出水量可达 20m³/d 以上。该区地下水径流模数 0.2~0.4L/s·Km²。



照片 2.2-3 碎屑岩类孔隙裂隙水排泄



照片 2.2-4 砂泥岩类孔隙裂隙水排泄

b.砂页岩孔隙裂隙层间水

深部的三叠系上统须家河组岩性为一套湖泊相碎屑岩沉积。砂岩裂隙发育,为区域主要含水层。矿区内本地层未见出露。该类地下水有以下基本特征:含水层岩性为砂岩,具有厚度大,延伸远,分布稳定,具承压性;地下水储存深度一般在 150.00~250.00m 之间。区内六分性基本明显,一、三、五段为页岩煤系,二、四、六段为砂岩。砂岩易产生裂隙,且张开性较好,延伸较远,页岩中的裂隙则细微短小,呈闭合状。相对而言,二、四、六段砂岩为主要含水层,一、三、五段页岩煤系含水微弱,视为相对隔水层。

(3) 碳酸盐岩 (T_{1j}、T_{1f}) 裂隙溶洞水

本岩组在矿区深埋地腹，地表未见出露。含水层包括三叠系嘉陵江组与飞仙关组。嘉陵江组由浅海相薄至中厚层状灰岩、白云岩、白云质灰岩夹页岩组成。受须家河组砂岩山岭夹持，灰岩形成槽谷，槽谷底部发育洼地溶洞。浅层地下水属季节变动带潜水，水量丰富，区域可见充水溶洞和溶洞下降泉，水质为重碳酸钙型，矿化度小于 0.30g/L。深度超过 100.00m，部分区域可能出现硫酸盐型水，更深则变为氯化物型水。

2、地下水的补给、径流与排泄

调查区的地下水径流场主要受地形地貌控制，还受到岩性特征、风化裂隙发育程度和构造裂隙发育程度的影响。低山、丘陵区一般一条沟谷即为一个独立的水文地质单元，山（丘）顶一般为地下水的补给带，丘坡为入渗补给和强烈交替径流带，平台、缓坡带、沟谷为埋藏储集区或地下水出露带。区内地下水主要由大气降水补给，一般由地势较高处汇集，由高处向低处径流，并在沟谷、河流等侵蚀基准面部位排泄。

区内风化带裂隙水主要赋存于侏罗系蓬莱镇组(J_{3p})，调查区内广泛分布，仅在南东部零星分布的白垩系下统剑门关组(K_{1j})砂、泥岩风化裂隙中赋存白垩系的碎屑岩类裂隙水。补给来源主要有大气降水、农灌水、塘库堰水、渠系水及其他地表水体。

侏罗系蓬莱镇组(J_{3p})地层主要分布于低中山区（中山窄谷）区，山地地形切割深，沟深谷窄，相对高差大，地形坡度陡，沟谷纵、横向坡度大，地下水水力坡度大，交替循环强烈。地下水接受补给后，经短暂运移向低洼沟谷径流，当含水层被切割或遇阻时则以下降泉形式排泄，地下水较贫乏。

侏罗系蓬莱镇组(J_{3p})地层分布于台状低山（低山窄谷）、台状深丘区（窄谷、宽谷高丘）区，相邻山脉结合部，形成山塬，多为长梁平台地，顶部开阔、平缓，山坡呈台阶状逐级下降，沟深谷窄，谷坡陡峭。沟谷纵、横向坡度较大，山顶及斜坡为地下水的补给径流带，地下水水力坡度大，交替循环较强烈，地下水接受补给后，经短暂运移向低洼沟谷径流，当含水层被切割或遇阻时则以下降泉形式排泄，地下水较贫乏。低山规模较大平台中后缘、斜坡坡脚缓坡带、沟谷为地下水的埋藏区和排泄区，由于低山区的地下水补给面积大，补给源丰富，因而地下

水富水性较好。

各类型的地下水的补给、径流与排泄尚有一定差异，其中砂砾卵石层中的松散岩类孔隙潜水主要接受地表河水的补给，并沿河道由上游向下游径流和排泄。局部段与两侧山体的地下水存在联系，受季节性水位变化影响，存在相互补排关系；在丰水期地表水补给地下水，枯水期地下水补给地表水（地下水向河流排泄）。基岩风化裂隙水主要接受大气降水补给，由山体上部汇水，沿山体斜坡地带的风化裂隙向下径流，并在宽缓、沟谷地带埋藏或排泄进入地表水系；部分由浅部通过构造裂隙、孔隙向深部的基岩中渗透补给形成基岩孔隙裂隙层间水。基岩孔隙裂隙水层间水的补给来源分为两部分，一部分来自于地表露头所接受的大气降水补给；另一部分则来自于上述风化裂隙水深层渗透的补给。由于补给途径较远，渗透速度慢。该类地下水一般向很远、很深的地方径流，在区域的最低侵蚀基准面部位因切割出露而排泄，地下水具有承压性质。

总体上分析，红层孔隙裂隙水循环特征较为复杂，受局部因素影响较大，特别是受地形条件的控制尤为突出，动态与气象因素关系密切，浅层风化带裂隙水受降雨影响，水位、流量变幅较大，起伏不大的低丘宽谷利于此类地下水储集。大气降水是红层浅层风化带裂隙水主要补给来源，其次是地表水体。低山丘陵区水库、堰塘、稻田、溪沟等对地下水均有一定的补给。由于降水的时空分布不均，因而这种补给是周期性的，5~10月为补给期，是地下水的峰值期，11月~翌年4月为地下水消耗期，是水位、流量削减季节。红层低山丘陵区沟谷埋藏带地下水一般由小沟至大沟，由支沟向主沟缓慢渗流，并以泉和渗流形式向低洼沟谷排泄。地下水在含水层中的运移方式主要有沿层面裂隙及上下裂隙间的相互补给迳流。一般来说，丘龙、山顶为地下水入渗补给区，大气降水通过基岩裂隙垂直入渗补给。山（丘）体厚实连片，补给充分，山（丘）体单薄，降水补给就少。调查区内山（丘）单薄的沟谷内，一到旱季，沟内民井大部分干涸，人畜饮用水困难。陡倾斜坡为地下水迳流区，地下水沿风化带裂隙向平台、缓坡带及沟谷埋藏区迳流或以下降泉形式排泄。沟谷为埋藏带，地下水主要向更低的侵蚀基准面潜流排泄，即由沟尾向沟头、由小沟向大沟、由支沟向主沟缓慢渗流。在不同汇水区域各自形成独立的含水块段，地下水就地补给，短途径流，就近排泄。

矿区内须家河组层间裂隙水含水层无露头区。层间裂隙水主要埋藏于砂岩裂隙中，大气降水是地下水的主要补给来源，其次山区溪流也有一定补给作用。在背斜轴部地区，由于断裂作用，含水层可能局部接受嘉陵江组灰岩岩溶水补给。地下水动态具季节变化的特点，泉水、矿洞水动态与降雨量关系尤为密切。层间承压水受降雨影响不如前者明显，但普遍表现在钻孔初揭穿时流量大、水头高，随时间推移，水头降低，流量减小，甚至枯竭，反应了地下水补给来源不足，以消耗静储量为主的特征。

另外，嘉陵江、东河及其主要支流两岸分布有松散岩类孔隙水。松散岩类孔隙水主要受大气降水、农灌水和地表水体入渗补给，一般向下游运移并向河流排泄，少部分径流补给基岩裂隙水。

图 2.2-5 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目水文地质平面图

图 2.2-6 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目水文地质剖面

图 2.2-7 九龙山天然气开采气藏储层与含水层柱状图

（四）工程地质

根据 1:20 万广元幅区域地质资料，区内出露岩土体可划分为两类：松散岩组、侏罗系砂泥岩半坚硬岩组。

1、松散岩组

包括分布于河流两岸的漫滩、一级阶地内的冲积粘质砂土、砂砾卵石土，以及零星分布的坡积、崩坡积、坡洪积碎石土、粘性土等。上述各类土体多为松散结构，其中除阶地砂砾卵石土比较密实，一般工程地质条件均比较差，特别是处于坳沟和洼地内的细粒土，当排水不畅时，稳定性和强度都将降低。

2、侏罗系砂泥岩半坚硬岩组

本岩组广泛分布于工作区内，为矿区主要工程地质岩组，主要由侏罗系蓬莱镇组（J_{3p}）组成，其岩性以泥岩、砂岩为主，遇水易软化。由于软硬相间分布，力学强度不一，分布层间泥化夹层。软弱的泥岩在风化剥蚀的作用下，易形成凹岩腔，加之上部砂岩卸荷裂隙发育，而发生崩塌。该岩组工程地质性质差异较大，其中砂岩强度高，抗风化的能力较强，在节理裂隙切割下，易形成危岩及崩塌；泥岩强度低，抗风化能力差，浅层风化带发育，常形成中缓斜坡。

（五）矿体地质特征

1、构造特征

九龙山天然气开采区域构造为一大型北东向穹隆状短轴背斜，从地表至地腹震旦系均有构造圈闭存在，由龙门山挤压力与米仓山隆起产生的旋转垂直上升力共同作用而形成的继承性构造隆起。各层构造相对简单，继承性较好，构造轴向近北东-南西向延伸。

2、地层及含油气层系特征

主要产气地层珍珠冲组、须家河组和飞仙关组。

①珍珠冲组

珍珠冲组为区内主要含气层，上部由数个浅灰或黄灰色细粒石英砂岩与紫红、黄绿色砂质泥岩、页岩韵律互层组成，局部为杂色泥页岩，下部为含石英岩质砾

石的石英砂岩和砂质细砾岩，底部发育厚度仅数米的灰白色石英砂岩与须家河组分界。

②须家河组

须家河组钻厚493.0m~649.5m（龙4井），受印支运动影响，九龙山地区地层发育不全，缺失须四、须五段地层。须三段钻厚167.5~262.0m，为灰黑色、黑色页岩、碳质页岩与褐灰色、浅灰褐色岩屑砂岩不等厚互层，间夹碳质条带及煤线。须二段由三角洲相水下分流河道砂体叠置而成，具有一定的含油气性。纵向上可分为三个亚段。须二上亚段钻厚39.5（龙002-4井）~74.2m，浅灰色、灰白色岩屑石英砂岩、含砾砂岩与黑色页岩不等厚互层。须二中亚段钻厚18.5~48.5m，以泥、页岩为主，具有隔层性质和较好的封闭能力，将须二上、下亚段分隔为两个独立的储集单元。须二下亚段钻厚172.5~220.5（龙4井），大套灰白色中粒岩屑石英砂岩间夹页岩条带。须一段钻厚36.5~125.0m，顶部为黑色页岩，中部为浅灰色岩屑石英砂岩、石英粉砂岩夹一层砂质灰岩，底为中粒岩屑石英砂岩，与下伏雷口坡组呈假整合接触。

③飞仙关组

飞仙关组钻厚 765.5m~800.0m（龙 4 井），纵向上按岩性由下往上分为四段：飞四段钻厚 56.5m（龙 4 井）~69.0m，灰色、褐灰色灰岩、泥质灰岩、泥质白云岩不等厚互层；飞三段钻厚 118.5m~163.0m，主要为大套灰岩夹薄层白云岩，中部发育大套厚~块状灰岩；飞二段钻厚 136.0m~490.5m，灰~深灰色含泥质云质灰岩、泥灰岩与灰岩间互层；飞一段钻厚 93.0m~456.0m（龙 16 井），云质灰岩、泥灰岩与灰岩间互层，质较纯，为浅海灰岩相沉积。与下伏二叠系大隆组呈整合接触。

3、沉积特征

①珍珠冲组

珍珠冲组沉积前，由于盆地北部龙门山的隆升，龙门山山前地层遭受风化剥蚀，盆地边缘湖岸附近地形高差加大，使岸上斜坡陡窄。由于源区较近、碎屑物质供应充足且山前可容空间较大，从源区剥蚀的物质直接在山前堆积，形成冲积扇并向湖盆推进形成一套陆相扇三角洲砂砾岩沉积，而盆地中发育滨浅湖相砂体，为冲积扇～扇三角洲～湖泊沉积模式。九龙山地区纵向上发育多期扇三角洲，平面上主要表现为三个大的扇三角洲相互叠置（图2.2-8）。

图 2.2-8 九龙山构造珍珠冲组沉积相展布图

②须家河组

须二下亚段主要发育三角洲前缘，其岩性以厚层～块状浅灰～灰色中粒岩屑石英砂岩为主，夹细粒及少许粗、粉粒砂岩，含黑色泥砾、碳块及碳质条纹。该亚相主要由水下分流河道、水下分流间湾和河口砂坝三种主要沉积微相组成，储层主要发育在河道砂坝中（图 2.2-9）。

中三叠世末的印支运动一幕使上扬子海盆全面抬升成陆，四川盆地基本结束了海相沉积的历史而进入了陆相盆地沉积阶段。晚三叠世在区域古构造和古气候的控制下沉积了以砂岩、泥岩为主的三角洲～湖泊沉积。当时沉积地貌呈西低东高的总趋势。

九龙山地区须一、三、五期为水进期，以浅湖环境为主，出现大面积的浅湖亚相，而须二、四、六期为水退期，以三角洲平原环境为主，形成大面积的三角洲平原亚相和三角洲前缘亚相。

区内须二、四段发育的储集砂体类型多，主要有三角洲平原亚相的水上分支河道，三角洲前缘亚相的水下分支河道、河口坝以及滨浅湖相的浅滩等砂体类型。区内产层砂体主要以三角洲平原的水上分支河道砂体为主。

图 2.2-9 川西北部地区晚三叠世须家河组须二早时岩相古地理图示意图

③飞仙关组

川西北部地区飞仙关组继承了长兴晚期地貌格局，发育碳酸盐岩台地沉积。飞二期，龙门山岛链抬升，大量物源由西向东进积以及台地自身钙化增生，台缘继续沿南东向迁移，九龙山地区位于台地边缘有利相带，鲕粒滩体广泛分布。期间发育两期颗粒滩，颗粒滩厚度达 50.0m~67.0m（图 2.2-10）。

图 2.2-10 九龙山地区早三叠世飞二期岩相古地理图示意图

4、储层特征

①珍珠冲组

1) 岩石学特征

珍珠冲组气藏储集岩类主要为厚层块状砂砾岩，其次为砂岩。其砾石含量约 60%~75%左右，主要成分为石英砂岩，可见碳酸盐岩、变质岩、燧石、火成岩，砾径大小不均，一般 35m-50mm，磨圆好，次圆状为主，砾间主要以砂质充填。

2) 物性特征

根据九龙山构造珍珠冲组全直径岩心孔隙度分析资料统计，珍珠冲组储层总体上表现为低孔，中-低渗的特征。岩心渗透性与孔隙度关系曲线表明，储层全直径孔隙度与渗透率关系不大，储层物性不完全受孔隙度控制，天然裂缝的改善作用使储层在较低的孔隙条件下仍然具有较好的渗透性能（图 2.2-11~图 2.2-14）。

图 2.2-11 储层全直径孔隙度直方图

图 2.2-12 储层水平渗透率分布直方图

图 2.2-13 储层垂直渗透率分布直方图

图 2.2-14 储层岩心全直径孔渗关系图

3) 储集空间类型

大量的岩心资料表明,珍珠冲组砂砾岩储集体储集空间有别于常规砂岩气藏,砂砾岩中均有有效储层存在。储集空间类型多样,包括裂缝以及砾内原生孔、粒(砾)间溶孔(洞)、粒(砾)内溶孔(洞)、裂缝剩余孔以及晶间孔。

4) 储层类型

根据压汞曲线、孔喉分布以及生产动态特征综合分析认为珍珠冲气藏储层类型为孔隙~裂缝型。基质部分在没有裂缝搭配情况下对气井产能贡献较小。

图 2.2-15 珍珠冲组孔喉分布直方图

5) 储层展布

珍珠冲组在川西北部地区分布较广，根据高分辨率地层学，结合岩性组合特征及测井曲线形态划分为 3 个中期旋回。九龙山主体构造上珍珠冲组地层划分为 II、III 旋回，I 旋回地层仅分布于龙 108 及以南。珍珠冲组储层在九龙山地区纵向上主要集中分布在 II 旋回砂砾岩中。

② 须家河组

1) 岩石学特征

须二下亚段主要岩类为岩屑砂岩，次为岩屑石英砂岩（表 2.2-2）。

石英含量普遍 50-70%；长石 1-5%，以钾长石为主；岩屑 15-35%，以变质石英岩为主，部分碳酸盐岩屑。颗粒分选较差~较好，以中粒为主，部分细粒和粗粒。颗粒为次棱角状、线点或点接触。

粒间填隙成分单一，主要为伊利石粘土矿物，含量 8-15%，以杂基形式充填于粒间，部分粗粒岩见少量碳酸盐胶结物，含量 0.5-1.5%。中下部粒间填隙成分为碳酸盐、硅质、绿泥石胶结物和粘土杂基，含量累计 8-12%。按其形成产状，晶出顺序为绿泥石-硅质-粘土杂基-方解石。

表 2.2-2 九龙山构造须二下亚段砂岩岩性简表

主要岩类	碎屑成分%			填隙物成分%				简述
	石英	长石	岩屑	粘土	碳酸盐	硅质	绿泥石	
中粒岩屑砂岩，上部为岩屑石英砂岩	50-70	1-2	15-30	3-15	2-5 局部 15%	0-7	0-3	由下向上石英颗粒和粘土杂基增多，岩屑和碳酸盐成分减少。粒间绿泥石膜和自生石英主要分布在中或下部。

2) 物性特征

须二下亚段 600 块样品，岩心孔隙度 0.45%~10.72%，平均值为 3.96%，其中有效储层($\phi > 3\%$)孔隙度主要峰值在 5%~9%，平均值为 6.09%(图 2.2-16)。

图 2.2-16 须二下亚段孔隙度频率直方图

3) 储集空间类型

区内须二段砂岩储集条件较好（图 2.2-17）。按照其特征、分布的位置、大小及颗粒和填隙物之间的关系可分为以下几类：残余原生粒间孔、粒间溶孔、铸模孔、粒内溶孔、晶间孔、杂基内微孔及微裂缝。

图 2.2-17 九龙山须二段储集空间类型

4) 储层类型

须二段下亚段为属裂缝~孔隙型，尽管基质物性偏低，但由于微裂缝较发育，且厚层砂岩连续分布，因此具有储渗性，为气藏高产、稳产创造了条件。

5) 储层展布

须二下亚段单井储层厚度达 13.8m（龙 15 井）~150m（龙 16 井），气层分布在上部，厚度较小，0m~15.6m，平均 7.86m；下部的水层厚度大 50m~81.1m，平均 63.2m。如钻穿须二层，且测井解释较全的龙 4 井，须二下储层总厚度达 119m，其中气层厚度仅 15.6m，水层厚度 81.1m；龙 12 井须二下亚段储层厚度 28.8m，测井解释无气层。

③ 飞仙关组

1) 岩石学特征

飞仙关组储层主要发育在飞二段浅灰、灰、灰白和褐灰色中—厚层亮晶鲕粒灰岩（图 2.2-18）中，局部见豆粒灰岩和含灰质残余鲕粒白云岩。

a.亮晶鲕粒灰岩，5037.51m b.亮晶鲕粒灰岩，5041.32m

图 2.2-18 九龙山飞仙关组鲕粒灰岩镜下照片

2) 物性特征

九龙山气田飞仙关组岩心孔隙度分布于 0.92-16.92%，大于 2%以上样品占 75%，平均孔隙度为 3.62%。岩心渗透率大于 0.01mD 以上样品占 27%，平均渗透率为 0.27mD（图 2.2-19、图 2.2-20）。

图 2.2-19 九龙山气田飞二段岩心孔隙度分布直方图

图 2.2-20 九龙山气田飞二段岩心渗透率分布直方图

3) 储集空间类型

镜下观察，可见一定数量铸模孔、粒内溶孔及粒间溶孔，部分沥青半充填，局部呈针孔状（图 2.2-21）。

图 2.2-21 九龙山飞仙关组储集空间特征图

飞仙关组岩心缝洞较发育，大量发育缝宽小于 1mm 的裂缝，溶洞以小洞为主，可见充填、半充填方解石。龙 16 井心长 12.05m，针孔面孔率一般 0~2%，最高达 10%，见洞 192 个，多为方解石半充填或全充填，局部溶孔富集；见总缝 235 条，其中有效缝 198 条，大部分未充填，裂缝密度多在 5 条/m 以上。

4) 储层类型

飞仙关组飞二段岩心样品的孔渗交会图，显示孔渗关系具一定相关性，表现为渗透率随孔隙度增大而变好的趋势，部分样品具有孔隙度低但渗透率较高的特征，多表现出裂缝-孔隙型储层的特征，局部为孔隙型储层。

结合测井解释成果综合评价九龙山构造飞二段属于低孔、低渗的裂缝-孔隙型，局部有中孔、中渗的裂缝-孔隙型储层。

5) 储层展布

九龙山气田飞仙关组纵向上发育多套储层，有效储层主要发育在飞二段上部，储层厚度 11.3~39.6m，平均孔隙度 2.2-3.8%。

5、气藏特征

1) 气藏类型与要素

九龙山气田珍珠冲组气藏埋深在 2780m~3380m 之间。主体区为一独立气藏，气藏平均气水界面为-2150m 左右，气藏具有边水特征。在构造主体较低部位存在几个较为活跃的水体，各水体与外部压力系统没有明显的相关性，且水体与外部间存在明显的封隔。综上所述，珍珠冲组主体区气藏受构造控制的边水气藏，驱动类型为弹性水驱。

图 2.2-22 九龙山气田珍珠冲组储层厚度平面图

图 2.2-23 珍珠冲储层对比示意图（南北向）

须二下亚段气藏埋深在 3170m~3800m 之间。气藏平均气水界面为-2500m 左右,具底水特征。须二下亚段获气井均分布在构造主体范围以内,实际生产中,龙 1、龙 9 和龙 13 井等在生产时,均有大量水产出,说明水体较活跃。九龙山区块须二下亚段气藏属具底水的构造圈闭气藏,底水较活跃。气水分布特征分析认为,气藏属底水弹性气驱气藏。

图 2.2-24 九龙山气田须二上亚段储层厚度图

图 2.2-25 须家河组储层对比示意图（东西向）

飞仙关组二段气藏埋深 5010.0m~5640.0m，属超深层气藏。气藏类型为构造-岩性气藏，构造高部位含气性好。目前分析认为水体能量较小，但气藏的气水分布关系尚不明确，需进一步证实。

图 2.2-26 四川盆地九龙山气田飞仙关组储层厚度平面分布预测图

图 2.2-27 九龙山飞仙关组储层对比图

2) 压力与温度

根据九龙山气田珍珠冲组气藏第一口气井龙 15 井原始地层压力 50.09MPa，压

力系数 1.78，属于高压气藏；须二下亚段气藏龙 1 井完井测试时最大关井井口压力 52.403MPa，折算至气藏中部深度地层压力为 60.7MPa，压力系数 1.95，为异常高压气藏；飞仙关组气藏龙 16 井原始地层压力 98.347MPa，压力系数 1.89，为异常高压气藏。

九龙山气田地面常年平均气温 15°C，珍珠冲组气井无原始实测井温；须二下亚段龙 4 井井深 991.48~5550m 测得 56 个层点的温度值，作地层海拔与温度关系曲线，线性关系好，计算得须二下亚段气藏温度梯度为 2.4°C/100m；飞仙关组龙 16 井下实测井温 124.12°C，温度梯度 2.38°C/100m，均属常温气藏。

3) 流体性质

九龙山气田珍珠冲组、须家河组、飞仙关组气藏产出流体为天然气和地层水。

天然气性质：九龙山气田珍珠冲组气藏、须二下亚段气藏、飞仙关组气藏产出天然气均为干气。珍珠冲组气藏气体甲烷平均含量 98.03%，重烃及非烃类含量低，二氧化碳平均含量 0.51%，不含硫化氢，气体平均相对密度值为 0.567。须二下亚段气藏气体甲烷平均含量 98.28%，重烃及非烃类含量低，二氧化碳含量平均值 0.31%，不含硫化氢，相对密度平均值为 0.565。飞仙关组龙 16 井气体甲烷含量 96.9%，重烃及非烃类含量低，二氧化碳含量 0.38%，硫化氢含量为 0.213g/m³。

地层水性质：珍珠冲组气藏早期试采井均未见地层水，随着生产的进行，各井开始间歇产出极少量水，经分析表明，主要为凝析水。2011 年 7 月，随着龙 10 井产出地层水后，在龙 9 井、龙 002-4 井等多口井均见到明显地层水，其矿化度均达到 100g/L 以上，水型为 CaCl₂。须二下亚段气藏产出地层水 Cl⁻含量为 104397~125265mg/L，总矿化度 175.924~207.558g/L，属 CaCl₂ 水型。九龙山气田飞仙关组龙 16 井地层水不活跃，早期水型 NaHCO₃ 型，目前水型以 CaCl₂ 为主，Cl⁻含量为 14639~16279mg/L，总矿化度 25.312~25.749g/L。

(6) 储量分类及评价

根据《石油天然气储量计算规范》（DZ/T0217-2005），综合评价九龙山天然气开采气藏。分别对对九龙山气田珍珠冲组、须二下亚段、飞仙关组气藏储量综合评价如下：

珍珠冲组①小型气藏：可采储量**m³。②中深层气藏：气藏埋藏深度为小于3500m，大于2000m。③干气气藏：该气藏产出流体以天然气为主。其中甲烷含量在97%以上，重烃含量小于0.05%、不含硫化氢、二氧化碳含量在0.52%以下，其它非烃含量甚微，属于干气。综合评价九龙山珍珠冲组气藏为小型、中深层干气气藏。

须二下亚段①小型气藏：可采储量**m³。②深层气藏：气藏埋藏深度为3180-3600m。③干气气藏：气藏产出流体为不含硫化氢的干气气藏，其中甲烷含量为93.68%，已烷4.51%，丙烷0.74%，丁烷0.55%，戊烷0.01%，其它非烃含量甚微。综合评价九龙山须二下亚段气藏为小型、深层干气气藏。

飞仙关组①小型气藏：气藏天然气技术可采储量**m³，介于**m³~**m³。②超深层气藏：气藏埋藏深度大于4500.0m。③低含硫化氢气藏：气藏硫化氢含量介于0.02g/m³~5g/m³。④干气气藏：该气藏产出流体以天然气为主，其中甲烷含量在95%以上，气体相对密度小于0.6，属于干气气藏。综合评价九龙山气田龙16井三叠系飞仙关组气藏为小型、超深层、低含硫化氢的干气气藏。

三、矿区社会经济概况

苍溪县位于四川盆地北缘，巴山东障，剑门西横，古称秦陇锁钥，蜀北屏藩。苍溪县地理坐标介于东经**，北纬**之间。东接南江县、巴中市，南抵阆中市，西靠剑阁县，北邻广元市、旺苍县。北达广元市128Km，南至重庆385Km，西达成都380Km。全县幅员2331.57Km²，辖65个乡镇(其中24个镇、41个乡)、735个村、4921个组，2018年底总人口为75.84万人，其中农业人口为63.54万人，占总人口的83.78%。

(一) 矿区2017年社会经济概况

1、苍溪县社会经济概况

据《苍溪县2017年国民经济和社会发展统计公报》统计，2017年全县实现地区生产总值(GDP)139.61亿元，按可比价计算，比上年增长8.7%。其中，第一产业增加值30.97亿元，增长3.9%；第二产业增加值60.53亿元，增长9.6%；第

三产业增加值 48.11 亿元，增长 10.7%。人均地区生产总值 22940 元，增加 2338 元，按可比价计算增长 8.3%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 10.5%、48.8% 和 40.7%，分别拉动经济增长 0.9、4.3、3.5 个百分点。三次产业结构由上年的 23.3：43.1：33.6 调整为 22.2：43.3：34.5。

表 2.3-1 2017 年苍溪县生产总值完成情况表

指标	完成(亿元)	比上年增长 (%)	对经济增长贡献率 (%)	对经济的拉动百分点 (个)
生产总值	139.61	8.7	100	8.7
第一产业增加值	30.97	3.9	10.5	0.9
第二产业增加值	60.53	9.6	48.8	4.3
第三产业增加值	48.11	10.7	40.7	3.5

年末全县户籍总人口 76.44 万人，其中，非农业人口 13.08 万人，农业人口 63.36 万人。年末常住人口 61.06 万人，增加 0.41 万人，其中，城镇人口 21.10 万人。全年出生人口 7756 人，出生率 9.06‰；死亡人口 4786 人，死亡率 5.95‰；人口自然增长率 3.69‰。

全体居民人均可支配收入 15986 元，比上年增加 1468 元，增长 10.1%。其中，城镇居民人均可支配收入 27231 元，比上年增加 2329 元，增长 9.4%；农村居民人均可支配收入 10929 元，比上年增加 990 元，增长 10%。

表 2.3-2 2017 年苍溪县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇 (农村) 居民人均可支配收入
雍河乡	5934	3.06	1.01
新观乡	8414	2.59	1.03
桥溪乡	9952	2.80	1.05
漓江镇	19540	4.97	1.11
石灶乡	8079	2.38	0.99
龙王镇	14558	3.89	1.13

2、旺苍县社会经济概况

2017 年全县地区生产总值 (GDP) 突破 100 亿元大关，达到 102.56 亿元，按可比价计算，比上年增长 4.5%。其中：第一产业增加值 17 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 54.08 亿元，增长 2.4%；第三产业增加值 31.49 亿元，增长 9.1%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 14.4%、28.8%、56.8%，分别拉动经济增长 0.6、1.3、2.6 个百分点。第一、二、三产业的结构比由上年的 16.5：54.6：28.9

调整为 16.6: 52.7: 30.7, 第一产业和第三产业比重比上年分别提高了 0.1、1.8 个百分点, 第二产业比重下降 1.9 个百分点。全县非公有制经济实现增加值 60.31 亿元, 比上年增长 6.3%。其中, 第一产业增加值 5.52 亿元, 增长 8.2%; 第二产业增加值 39.62 亿元, 增长 6.0%; 第三产业增加值 15.17 亿元, 增长 6.3%。非公有制经济占 GDP 的比重为 58.8%, 比上年提高 0.2 个百分点。工业化为 48.0%, 比上年降低 2 个百分点, 工业对经济增长的贡献率为 21.3%, 拉动经济增长 1 个百分点; 城镇化率达到 40.88%, 比上年提高 1.8 个百分点。城乡居民收入稳定增长, 生活水平进一步改善。城镇居民人均可支配收入达到 28445 元, 比上年增长 9.2%, 人均生活消费支出 18526 元, 增长 9.3%; 农村居民人均可支配收入达到 10860 元, 比上年增长 9.9%, 人均生活消费支出 9003 元, 增长 10.2%。人均 GDP 达到 25046 元, 增长 5.4%。

全年城镇新增就业 6485 人, 城镇失业人员再就业 1816 人, 就业困难人员再就业 409 人, 下岗失业人员再就业 362 人, 城镇登记失业率控制在 3.9% 以内。劳动力转移输出就业 16.8 万人, 实现劳务收入 56.4 亿元。

表 2.3-3 2017 年旺苍县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇(农村)居民人均可支配 收入
白河镇	14413	2.43	1.03
枣林乡	5895	1.63	0.98

(二) 矿区 2018 年社会经济概况

1、苍溪县社会经济概况

2018 年全县实现地区生产总值(GDP)152.90 亿元, 按可比价格计算, 比上年增长 8.3%。其中, 第一产业增加值 32.37 亿元, 增长 3.9%; 第二产业增加值 66.54 亿元, 增长 9.1%; 第三产业增加值 53.99 亿元, 增长 10.3%。人均地区生产总值 25012 元, 增加 2072 元, 按可比价计算增长 7.9%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 10.3%、48.3%和 41.4%, 分别拉动经济增长 0.9、4.0、3.4 个百分点。三次产业结构由 2017 年的 22.2: 43.3: 34.5 调整为 2018 年的 21.2: 43.5: 35.3。

表 2.3-4 2018 年苍溪县生产总值完成情况表

指标	完成 (亿元)	比上年增长 (%)	对经济增长 贡献率 (%)	对经济的拉动 百分点 (个)
生产总值	152.9	8.3	100	8.3
第一产业增加值	32.37	3.9	10.3	0.9
第二产业增加值	66.54	9.1	48.3	4
第三产业增加值	53.99	10.3	41.4	3.4

年末全县户籍总人口 75.84 万人，其中，非农业人口 12.30 万人，农业人口 63.54 万人。年末常住人口 61.2 万人，比上年增加 0.14 万人，其中，城镇人口 22.71 万人。全年出生人口 6767 人，出生率 8.39‰；死亡人口 5472 人，死亡率 6.78‰；人口自然增长率 1.6‰。

全体居民人均可支配收入 17596 元，比上年增加 1610 元，增长 10.1%。其中，城镇居民人均可支配收入 29589 元，比上年增加 2358 元，增长 8.7%；农村居民人均可支配收入 12006 元，比上年增加 1078 元，增长 9.9%。

表 2.3-5 2018 年苍溪县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇（农村）居民人均可支配 收入
雍河乡	6231	3.22	1.06
新观乡	8834	2.72	1.08
桥溪乡	10450	2.94	1.10
漓江镇	20517	5.22	1.16
石灶乡	8483	2.50	1.03
龙王镇	14602	4.12	1.20

2、旺苍县社会经济概况

旺苍县地区生产总值增长 8.5%；全社会固定资产投资增长 20%；规模以上工业增加值增长 10.5%；地方一般公共预算收入增长 8.5%；社会消费品零售总额增长 11.5%；城乡居民人均可支配收入分别增长 9.5%，城镇登记失业率控制在 4% 以内。城乡居民收入稳定增长，生活水平进一步改善。城镇居民人均可支配收入达到 31033 元，比上年增长 9.1%，人均生活消费支出 20230 元，增长 9.2%；农村居民人均可支配收入达到 11903 元，比上年增长 9.6%，人均生活消费支出 9894 元，增长 9.9%。人均 GDP 达到 26273 元，增长 4.9%。

表 2.3-6 2018 年旺苍县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇(农村)居民人均可支配收入
白水镇	14442	2.57	1.09
枣林乡	5941	1.72	1.03

(三) 矿区 2019 年社会经济概况:

1、苍溪县社会经济概况

2019 年全县实现地区生产总值(GDP) 165.63 亿元,按可比价格计算,比上年增长 7.3%。其中,第一产业增加值 41.74 亿元,增长 2.9%;第二产业增加值 52.98 亿元,增长 9.2%;第三产业增加值 70.91 亿元,增长 8.4%。人均地区生产总值 27041 元,增加 2029 元,按可比价计算增长 7.1%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 9.9%、45.5%和 44.6%,分别拉动经济增长 0.7、3.3 和 3.3 个百分点。三次产业结构由 2018 年的 25.8 : 31.3 : 42.9 调整为 2019 年的 25.2 : 32.0 : 42.8。

年末全县户籍总人口 75.09 万人,其中,非农业人口 12.94 万人,农业人口 62.15 万人。年末总户数 26.80 万户。年末常住人口 61.3 万人,比上年增加 0.1 万人,其中,城镇人口 24.23 万人。全年出生人口 6172 人,出生率 7.60‰;死亡人口 5184 人,死亡率 6.38‰;人口自然增长率 1.22‰。

表 2.3-7 2019 年苍溪县生产总值完成情况表

指标	完成	比上年增长 (%)	对经济增长	对经济的拉动百 分点(个)
	(亿元)		贡献率(%)	
生产总值	165.63	7.3	100	7.3
第一产业增加值	41.74	2.9	9.9	0.7
第二产业增加值	52.98	9.2	45.5	3.3
第三产业增加值	70.91	8.4	44.6	3.3

全体居民人均可支配收入 19458 元,比上年增加 1862 元,增长 10.6%。其中,城镇居民人均可支配收入实现 32298 元,比上年增加 2709 元,增长 9.2%;农村居民人均可支配收入实现 13300 元,比上年增加 1294 元,增长 10.8%。

表 2.3-8 2019 年苍溪县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇(农村)居民人均可支配收入
雍河乡	6243	3.41	1.12
新观乡	8852	2.88	1.15
桥溪乡	10471	3.12	1.17
漓江镇	20558	5.53	1.23
石灶乡	8500	2.65	1.09
龙王镇	14645	4.37	1.26

2、旺苍县社会经济概况

全县户籍人口 43.99 万人，常住人口 41.6 万，乡村人口 24.36 万人，城镇化率 40.88%。生产总值增长 8.3%，规模以上工业增加值增长 10.5%，全社会固定资产投资增长 17%，社会消费品零售总额增长 12%，地方一般公共预算收入保持与经济增长基本同步，城乡居民人均可支配收入分别增长 9%，城镇登记失业率控制在 4%以内，城镇化率提高 1.5 个百分点。城乡居民收入稳定增长，生活水平进一步改善。城镇居民人均可支配收入达到 33889 元，比上年增长 9.2%，人均生活消费支出 22071 元，增长 9.1%；农村居民人均可支配收入达到 12986 元，比上年增长 9.1%，人均生活消费支出 10854 元，增长 9.7%。人均 GDP 达到 27508 元，增长 4.7%。

表 2.3-9 2019 年旺苍县项目所在区乡镇生产总值统计表

乡镇名称	户籍总人口 (人)	地区生产总值 (亿元)	城镇(农村)居民人均可支配收入
白水镇	14500	2.73	1.15
枣林乡	5966	1.85	1.08

四、矿区土地利用现状

(一) 矿区土地利用类型与特点

(1) 土地类型

依据土地利用现状分类(GB/T21010-2017)、以及苍溪县、旺苍县自然资源局土地利用现状图，结合四川省四川盆地九龙山天然气开采项目平面布置图，在实地踏勘的基础上完成了土地利用现状统计。根据现场调查，矿区是一个耕地资源

丰富的区域。矿区内土地利用类型主要有耕地、林地等。耕地农作物一般为水稻、玉米、红薯、油菜等；林地主要是竹子、侧柏、柏树、松树等。矿区土地利用统计分析详见下表。

矿区总面积为 34.7196km²，其中耕地面积占矿区内土地面积的 38.61%；林地面积占矿区内土地面积的 57.92%；园地面积占矿区内土地面积的 0.23%；住宅用地占矿区内土地面积的 2.41%；水域及水利设施用地占矿区内土地面积的 0.54%；其他土地面积占矿区内土地面积的 0.29%。

矿区内耕地大多位于居住密度高、交通较发达的区域，河流、水库、溪沟、山坪塘等分布广泛，农田水利以及生产道路等配套设施较完善。矿区内水泥路网密布，项目区通往耕作区的多为水泥路，路基宽度约 3.0-3.5m，少部分为素土路面，路基宽度约 2.5-3m，可通农用车辆，基本可满足农业生产需要。矿区各类型渠道、泵站、山坪塘等农田水利设施较完善，农田灌溉保证率约 72%以上，主要采取明渠灌溉方式，灌溉渠道密度约每公顷约 130m，多为水泥或土质灌溉渠，一般为矩形断面，渠深一般 0.5-0.8m 左右，宽 0.6-1.0m 左右，水利设施不定期进行清淤养护，过流能力通畅，可满足旱季灌溉需要。

表 2.4-1 矿区土地利用统计分析表

一级类		二级类		面积(hm ²)		占总面积比例(%)	
1	耕地	101	水田	669.98	1341.05	19.30%	38.63%
		103	旱地	671.07		19.33%	
2	园地	201	果园	7.96	7.96	0.23%	0.23%
3	林地		乔木林地	1969.24	2011.72	56.72%	57.94%
		305	灌木林地	17.44		0.50%	
		307	其他林地	25.04		0.72%	
6	工矿仓储用地	602	采矿用地	6.85	6.85	0.20%	0.20%
7	住宅用地	702	村庄	83.73	83.73	2.41%	2.41%
9	特殊用地	906	风景名胜及特殊用地	0.10	0.10	0.00%	0.00%
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	6.20	18.68	0.18%	0.54%
		1104	坑塘水面	12.49		0.36%	
12	其他土地	1202	设施农用地	0.15	1.82	0.00%	0.05%
		1206	裸地	1.68		0.05%	
合计				3471.92	3471.92	100.00%	100.00%

(2) 复垦区基本农田及配套设施情况

根据四川省苍溪县、旺苍县基本农田保护规划数据，矿区范围内基本农田面积约 1175.56hm²，占矿区总面积的 33.86%，基本农田面积占矿区耕地总面积的 87.66%，土地利用类型为水田和旱地，土壤类型主要为水稻土、紫色土和黄壤，主要种植农作物为水稻、玉米、红薯、油菜等。

九龙山天然气开采项目 1989 年投产，建设时间较早，基本农田划定前大部分井场、场站已完成建设或者办理了用地手续，后期建设的少量井场在建设时，从选址就已避开基本农田区，根据苍溪县基本农田数据库资料显示，九龙山天然气开采项目点型气田设施未占用基本农田。受管道安全、输送等因素影响，管线选线确实难以避让基本农田，根据苍溪县、旺苍县基本农田保护规划数据，管线穿越区穿越的基本农田面积约 11.2851hm²，管线施工中均按地方规定办理了临时用地手续并编制了相应的土地复垦方案。管道采取分段开挖，且全部为临时用地，施工周期短，施工过程中已尽量减少开挖宽度，按规范进行施工作业，且管线开挖时采取了表土剥离，对耕作层剥离再利用，施工结束后，及时复垦恢复耕作层，经过多年的管护与恢复，复垦质量基本达到了当地同地类的标准，现管线穿越段的耕地作物产量、土壤质量与周边同类土地基本一致。本方案涉及到的基本农田面积数量没有减少，质量不下降，在管线临时用地复垦没有完成验收前，依然进行管护并纳入复垦责任范围。矿区后期无新增的钻井及产能建设计划，因此九龙山气田复垦责任范围内不再新增对基本农田的损毁。

图 2.4-1 基本农田分布图

（二）矿区土地利用权属

矿区土地共涉及四川省苍溪县新观乡、桥溪乡、漓江镇、石灶乡和雍河镇等乡镇，以上均为集体单位。矿区土地权属不存在争议，集体所有土地各村村民根据人口数承包经营使用。根据土地清查情况，明确了每户土地承包人的土地承包经营状况。矿区土地权属清楚，无争议。

表 2.4-2 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目土地利用权属表 (单位: hm²)

地类名称	各行政区占地面积 (hm ²)																	总计
	雍河乡						新观乡								石灶乡	桥溪乡	漓江镇	
	白云村	甘家村	高家村	花坪村	石牛村	松光村	伏龙村	苟英村	轿顶村	山花村	天宝村	五柏村	向阳村	梓潼村	牌坊村	富强村	琴溪村	
水田	24.5969	50.1375	0.0000	0.0000	0.0000	7.4713	51.6844	70.7375	60.9620	27.5590	6.8448	73.9055	87.2703	110.0851	19.4195	79.3017	0.0000	669.9753
旱地	37.4573	57.4802	0.0000	1.0644	0.0000	11.0932	38.0929	80.4810	128.8941	32.6095	4.0419	62.5687	48.6755	116.2547	8.2697	43.4441	0.6475	671.0747
果园	1.9959	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6360	0.3667	0.4072	0.6168	0.0000	1.0017	0.0000	0.8429	0.9621	1.1299	0.0000	7.9592
乔木林地	125.7065	144.3966	0.0207	20.3398	0.4806	55.8404	80.3045	169.1787	480.4183	92.0516	18.1781	121.1158	105.6269	302.2374	68.4587	178.0506	6.8386	1969.2436
灌木林地	1.9807	0.7082	0.0000	0.0000	0.0000	8.1954	0.0000	0.6899	5.8625	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	17.4367
其他林地	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.6435	3.4792	7.7464	2.9531	0.0000	4.4262	3.3971	0.0000	0.0000	0.3939	0.0000	25.0393
河流水面	1.0628	2.3155	0.0000	0.0000	0.0000	0.2580	0.0000	0.0000	1.5272	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0316	0.0000	0.0000	0.0000	6.1950
坑塘水面	0.6386	0.7065	0.0000	0.0000	0.0000	0.9065	0.9962	2.2208	0.8403	0.4025	0.0000	1.4125	1.6435	1.5955	0.8143	0.3122	0.0000	12.4893
设施农用地	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1455	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1455
裸地	1.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2796	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3556	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6788
村庄	3.3874	5.6394	0.0000	0.0178	0.0000	0.9291	5.6147	7.8076	10.8568	4.2830	0.9399	10.4649	14.3145	11.2477	2.2477	5.9782	0.0000	83.7286
采矿用地	0.2294	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3097	1.3287	1.5123	0.0000	0.0000	1.1523	1.6311	0.2619	0.8587	0.8771	0.0000	8.1612
风景名胜及特殊用地	0.1037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1037
总计	198.2028	261.3838	0.0207	21.4220	0.4806	84.6937	180.2819	336.5696	699.1726	160.4755	30.0047	276.0476	262.9144	543.5567	101.0306	309.4876	7.4861	3471.9209

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

根据现场调查，矿区内人类工程经济活动主要有：1、修房筑路；2、农业耕种；3、采矿活动。人类工程活动程度较强烈。

1、修房筑路

区内人类主要工程活动为城镇建设、住房修建及公路建设。随着社会经济的不断发展，城镇建设步伐加大，农村居民建房逐渐增多，由于居住习惯等影响，很多居民建房都背山面沟削坡修建于坡脚。由于缺乏合理的工程技术指导，在削坡或者选择宅基地时，往往形成不稳定的高陡边坡，受岩石风化、雨水冲刷等影响，极易造成崩塌和滑坡。区内当前公路建设受地形限制，多形成高陡边坡，引起坡体自重加大，易导致滑坡、崩塌的发生。

2、矿产开发

区内矿产资源较为丰富，主要有天然气、页岩气等。矿山开采活动主要为钻井、井场站建设、道路修建以及管沟开挖敷设、生产、运营等工程活动。截止 2020 年 3 月，九龙山气田勘探、开采过程已建设完成井场 12 座，勘探井、生产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，包括配套设施及进场道路，气田已建设输气管线 13 条，共 82.14km。

据《九龙山气田龙 9 井区侏罗系珍珠冲组气藏新增天然气探明储量报告》等相关资料，九龙山天然气开采矿业权属清楚。矿区无紧挨相邻的油气田开采，矿区范围无重叠，矿业权与已知毗邻矿业权的关系清楚，无矿业权属争议。

3、农业耕种

区内多数人口主要从事农业生产，土地主要位于沟谷及山坡。随着土地承包到户，农业生产主要以农户为单位，坡上农田没有统一的排水系统，一遇大暴雨或者连续降雨，一些坡度较陡及松散层较厚的地方容易产生小型滑坡和崩塌。



照片 2.5-1 矿产资源开发



照片 2.5-2 城镇建房

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）周边矿山地质环境治理与土地复垦分析

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目属常规天然气开采，其矿山地质环境保护与土地复垦工程可以借鉴已建的常规天然气开采项目。矿山周边天然气开采同类项目有中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川盆地梓潼气田，梓潼县、剑阁县地处四川盆地川中丘陵区向川北低山区过渡地带，与本矿山地形地貌条件相似。周边矿山地质环境治理与土地复垦分析如下所述。

1、矿山地质环境治理分析

（1）挡墙工程

根据收集到的资料及现场调查，梓潼气田已建井场 28 处井站场、3 处阀室、1 处配气站。已建的矿山设施矿山地质环境治理工程主要是对因工程建设而形成的边坡采取防护工程，气田井站场边坡主要依据其挖填方高度、原始地形坡度、斜坡结构特征而定，井场区域整体平坦，基本无高填深挖边坡，多采取自然放坡为主、辅以挡墙的防护形式，挡墙多为浆砌条石，高度一般 2-3m，现状条件下支挡措施基本完好。

（2）截排水工程

井站场依据其地形地势差异，建立了完备的截排水措施。截排水沟主要为明沟，排水沟多位于井场四周及场内，用以截排天然降水。截排水沟材料选型为浆

砌条石、片石、混凝土截排水沟，采取矩形断面，宽度一般 0.3-0.5m，高度 0.4-0.6m，排水设施基本未淤积，过流能力通畅。

(3) 管道挡土坎

管线穿越主要经两种地形，一是平缓区域，二是局部的陡坎、陡坡区域。平缓区域内管线可能遭受的主要威胁为管线附近工程活动的开挖等。针对这类威胁，管线沿线均设置有明显的警示措施、管桩。管线穿越陡坎、陡坡段采用挡土墙、挡土坎等防护措施，确保了管道工程的安全。



照片 2.6-1 梓潼 5 井条石挡墙



照片 2.6-2 梓潼 2 井治理效果



照片 2.6-3 关 3 井-关 6 井警示桩



照片 2.6-4 管道警示牌 2

2、土地复垦分析

(1) 井场及配套设施

根据现场调查及访问，气田已建井场占地一般为旱地、林地。井场及配套设施采取的主要复垦措施包括砌体拆除、场地清理、土地整治、培肥、农作物种植等，复垦方向为原土地利用类型，即旱地、林地，复垦土地目前已交还土地权属人使用。井场复垦效果如下照片集。

①场地清理

拆除废弃井场用地地表已建设施，采用机械拆除。场地清理工程的主要对象为拆除废弃井场及配套设施围墙、水泥浆砌砖、混凝土及碎石。采用 1m³ 挖掘机装车，2t 自卸汽车运石碴。

②培肥翻耕

土地翻耕在场地清理工作结束之后覆土之前，翻耕，疏松这部分土地被压实的土壤。复垦土地由于长期被压占，导致底部土壤被压实，其物理性质很大程度上被改变，对这部分土地进行了一次翻耕，疏松被压实的土壤。针对土壤养分缺乏和土壤保水保肥性差等问题，采取了一定的培肥措施，如施农家肥、有机肥、无机肥等，增加土壤有机质含量，提高土壤肥力。

③土地平整

植被重建之前，对复垦后的土地进行一次平整，以保证土地的坡度适宜植被重建。采用平地机进行机械平土，复垦后的土地坡度一般为 7-12°。

④植被重建

原则上土地复垦基本恢复为原用地现状，复垦为耕地的土地已恢复农作物种植，长势良好，恢复为林地的植被品种均为当地常见植物物种。



照片 2.6-5 井已复垦土地效果



照片 2.6-6 井排污池复垦效果

(2) 进场道路

根据调查及访问，对不再保留的进场道路临时用地在结束后即进行复垦，井场道路多数已经成为当地居民生产、生活不可或缺的交通要道，全部挖除复垦不仅会再次破坏影响环境，而且从经济角度考虑也不可行，经土地复垦义务人与地方乡镇、村沟通协商，将需要使用的井场道路进行水泥硬化后，作为乡村路网使

用，提升矿区乡村交通条件。

(3) 管道工程

管道主要复垦措施包括表土剥离、场地清理、土地整治、培肥、农作物、植被种植，复垦方向基本为旱地、林地、水田。

①土方回填

土方回填采用的是蛙式打夯机进行机械夯填，地面平整高差 $\pm 3\text{cm}$ 以内。为了复垦后的土地能适宜作物的生长，需对平整后的土地进行覆土，覆土土源为管沟开挖的土方，剥离表土与覆土量基本保持平衡。

②土地平整

覆土之后，植被重建之前，要对复垦责任范围内所有土地进行一次平整，以保证土地的坡度适宜植被重建。土地平整采用机械平土，平整坡度 $8-12^\circ$ 。

③植被重建

复垦后的耕地交由土地权属人耕种，林地、草地植被种植主要选择当地的植物。植被恢复品种均为矿区当地常见植物物种。



照片 2.6-7 管道复垦效果照片



照片 2.6-8 管道复垦效果

(4) 周边矿山土地复垦效果评价

通过现场查看，已复垦的井场、管道等工程用地多恢复为水田、旱地、草地、乔木林地和其他林地，根据收集的单个井场、管线土地复垦方案及咨询西南油气田分公司实际复垦投资情况，梓潼气田已复垦土地亩均静态投资约 1.77 万元。已复垦耕地地势平坦，地面坡度 $3^\circ\sim 10^\circ$ 之间，土壤砾石含量小于 6%，矿区农民已经在利用复垦土地进行耕种，和周边地类连成一片，土地经过管护及多年的恢复，有持续生产能力，已接近或达到原生产能力，土地质量和作物产量也接近周

边土地，土复垦效果良好，复垦措施及经验本矿山可以直接借鉴。

（二）本气田矿山地质环境治理与土地复垦分析

1、本气田前期方案分析

四川省四川盆地九龙山天然气开采以往未编制过“矿山地质环境保护与恢复治理方案与土地复垦方案”。2012年编制了《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川盆地九龙山气田矿山地质环境保护与恢复治理方案》。方案主要提出的矿山地质环境治理措施包括以下：

- （1）加强矿山地质环境监测；
- （2）针对井场挖、填边坡采取以挡土墙和截排水沟为主的防护措施；
- （3）对闭井的井场和废弃的设施及时进行土地复垦。

2、本气田前期已实施矿山地质环境治理措施

（1）挡墙工程

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山开采活动从最初选址至生产运营，始终遵循“安全第一、预防为主、综合治理”的原则。矿山地质环境治理工程主要是对因工程建设而形成的边坡采取防护工程，均在建场初期进行了治理，根据现场调查，气田井站场边坡主要依据其填方高度、原始地形坡度，以及斜坡结构特征而定，多采取自然放坡，辅以挡墙的防护形式，挡墙材料多为浆砌条石，部分井场采用混凝土挡墙，挡墙高度一般3-4m。挡墙主要布设于各井场、站场挖方区、填方区。

图 2.6-1 井场挖方区挡墙典型设计图

图 2.6-2 井场填方区挡墙典型设计图



照片 2.6-9 井场挡墙照片 1

照片 2.6-10 井场挡墙照片 2

(2) 截排水工程

气田设施多位于丘陵区，截排水工程是工程建设的重要组成部分。井场设计依据其地形地势差异，建立了完备的截排水措施。截排水沟包括了明沟和盖板暗沟两类，排水沟多位于井站场四周，用以截排天然降水，暗沟排水用于井场内部，主要用于排出场内降水。截排水沟材料选型为浆砌石、标砖砌筑、混凝土等类型，断面为矩形，底宽一般 0.4-0.5m，深度 0.4-0.5m，壁厚一般 0.12-0.2m，水泥砂浆勾缝、顶抹面。排水设施基本未淤积，过流能力通畅，完全可以满足排水需要。矿山前期已实施的截排水沟典型设计图如下图所示。

图 2.6-3 井场截排水沟典型设计图



照片 2.6-11 龙 002-H2 井场排水沟

图 2.6-4 盖板排水沟典型设计图



照片 2.6-12 龙 4 井井场排水沟

(3) 管道挡墙

管线穿越主要经两种地形，一是平缓区域，二是局部的陡坎、陡坡区域。平缓区域内管线可能遭受的主要威胁为管线附近工程活动的开挖等。针对这类威胁，管线沿线均设置有明显的警示措施、管桩。管线穿越陡坎、陡坡段采用挡土墙、挡土坎等防护措施。

图 2.6-5 已实施的爬坡管道典型设计图



照片 2.6-13 管道挡土坎措施



照片 2.6-14 管道挡土坎措施

(4) 矿山地质环境监测工作

生产过程中，九龙山气田主要针对各气藏储层的地层水水质进行了取样分析，掌握气井水性变化，主要缺失对矿区浅层地下水、地形地貌和土地资源等矿山地质环境监测工作，缺失的矿山地质环境监测工作纳入本方案补充完善。

九龙山气田各气藏储层的地层水水质情况见表 2.6-1。

表 2.6-1 九龙山气田气藏储层水水质分析统计表

气藏	井号	取样日期	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ba ²⁺ +Sr ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	总矿化度 (g/L)	水化学类型
珍珠冲组	龙 8	2009.10.14	8000	10872	851	0	33835	0	358	53.916	CaCl ₂
	龙 9	2013.06.30	28995	15203	1318	6567	78809	0	12	130.904	CaCl ₂
	龙 10	2013.04.15	31538	14947	1318	2539	80184	0	36	131.000	CaCl ₂
	龙 002-7	2013.06.30	29949	15458	1085	1882	77572	0	120	126.066	CaCl ₂
须二下亚段	龙 1	1991.10.15	47416	12288	1552	10046	104397	0	225	175.924	CaCl ₂
	龙 9	1997.12.30	54180	15155	1733	8240	119532	0	156	198.996	CaCl ₂
	龙 13	1994.05.22	59714	14028	1672	6867	125265	0	12	207.558	CaCl ₂
	龙 12	1992.08.18	54725	15531	1307	6352	118857	0	94	196.866	CaCl ₂
飞仙关组	龙 16	2011.03.26	8192	139	19	0	12004	573	862	21.79	NaHCO ₃
	龙 16	2015.04.16	9393	67	41	0	13639	692	973	24.80	NaHCO ₃
	龙 16	2018.12.14	8146	29	5	35	16279	667	249	25.749	CaCl ₂
	龙 16	2019.06.13	9120	68	11	34	14639	0	1227	25.312	CaCl ₂
	备注	各离子含量单位为 mg/L									

(4) 矿山地质环境治理效果评价

根据现场调查及收集相关的设计资料，矿山建设过程中，井场、站场、管线等工程设计均在必要地方设置了相应防护措施，主要设置了井场挡墙、截排水沟、爬坡管道的挡土坎、挡土墙等工程治理措施，同时对闭井的井场和废弃的设施及时进行土地复垦，基本按照前期方案采取了相应的措施。矿山地质环境保护与恢复治理工程的实施，可消除地质灾害对矿山实施的潜在威胁，同时通过采取土地复垦工作，极大程度恢复和改善了矿区周围地形地貌景观与生态环境，土地复垦实施的情况详见下述。生产过程中，九龙山气田主要针对各气藏储层的地层水水质进行了取样分析，掌握气井水性变化，主要缺失对矿区浅层地下水、地形地貌和土地资源等矿山地质环境监测工作，缺失的矿山地质环境监测工作纳入本方案补充完善。

3、前期已实施的土地复垦分析

(1) 已损毁土地复垦情况

截止 2020 年 3 月，气田勘探、开采过程已建设完成井场 12 座，勘探井、生产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，其中 4 座井场、配套设施及进场道路废弃。气田已建设输气管线 13 条，共 82.14km。

根据资料收集及实地调查统计，四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿区范围内钻井勘探、井站建设及各类管线建设损毁各类土地 113.6479hm²，土地损毁类型为挖损、压占，损毁土地类型为水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、果园等。其中，井场工程已损毁土地面积 10.9284hm²，已复垦面积土地面积 1.56hm²，复垦范围主要包括 16 座井站场的临时用地及部分废弃的配套设施。气田各类管线敷设方式均为开挖管沟、地下敷设，管线用地全部为临时用地，除管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地未复垦为原土地利用类型外，其余临时用地均已完成复垦工作，复垦面积为 47.8069hm²；进场道路已损毁土地面积 0.4465hm²，已复垦面积土地面积 0.032hm²，主要复垦范围为道路临时用地。

井场已复垦范围为部分报废勘探井、生产井井场、配套设施及临时用地范围，剩余井场及配套进场道路将根据后期复垦计划进行。道路已复垦范围主要为临时用地的复垦，管道工程全部完成损毁土地的复垦。土地复垦时尽可能复垦为原土地利用类型或耕地。矿区已完成复垦面积为 56.6183hm²，已复垦土地主要恢复为水田、旱地、其他草地、灌木林地、其他林地、农村道路等。

表 2.6-2 矿区已损毁已复垦土地面积汇总表（单位：hm²）

单元		合计占地	已复垦	复垦主要方向
井场	永久占地	9.3684	0	16 座井站场永久占地未复垦，复垦方向为水田、旱地、灌木林地、乔木林地、其他林地
	临时占地	1.56	1.56	井站场临时用地已复垦，复垦方向为旱地、水田、乔木林地、其他林地
道路	永久占地	0.3546	0	道路永久用地未复垦，复垦方向为旱地、水田、乔木林地、其他林地、农村道路
	临时占地	0.092	0.0920	道路临时用地已复垦，复垦方向为旱地、乔木林地、其他林地

管线	临时占地	102.273	54.4663	管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的乔木林地未复垦为原土地类型外，其余临时用地均已完成复垦工作
----	------	---------	---------	---

(2) 复垦主要措施

对矿区已经复垦的井场、管道等现场调查，矿区土地主要复垦措施包括工程技术措施和生物化学措施两种方式，包括混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、翻耕培肥、土地平整、植被重建等。详见下述。

1) 井场及配套设施

①混凝土拆除

井站场钻机安放平台、生产区、值班房、油罐、污水罐等用地表层均为混凝土硬化建造，本方案涉及对所有混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m。

②砌体拆除

由现场勘查可知，清水池、污水池、放喷池及场站构筑物墙体由水泥浆砌砖、白灰浆砌砖建设而成。复垦时需要进行拆除。

③废渣剥离

对井场永久铺设的碎石进行剥离清理。

④场地清理

对铺设的碎石、砌体以及场站永久拆除的混凝土等进行剥离之后，采用装载 2t 载重卡车进行运输、1m³挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行废渣的清理工程。清理出的碎石废渣优先用于修建附近民用建筑和拟复垦为农村道路的路基使用，进行回收再利用。

⑤土地平整

场地清理全部完成后，应进行平地机平土，地面坡度 $\leq 5^\circ$ ，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

⑥培肥翻耕

复垦责任范围内的土地，由于长期被压占，导致底部土壤被压实，其物理性质很大程度上被改变，若不进行疏松，不利于复垦后植被的重建。因此，本方案要对这部分土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，同时进行整平，以利于复垦后植被重建。

⑦植被重建

复垦区在土地平整后需进行植被恢复。复垦植被种植主要选择当地的植物。本方案根据土地复垦适宜性分析所确定的复垦方向为原地类，同时结合已复垦部分的植物选择，复垦区域植被选择应遵循以乡土植被为主的原则。本复垦方案在选择复垦适生植物的过程中，首先考虑矿区及周围的乡土植物做到物种乡土化。种植树种乔木选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。



照片 2.6-15 井场配套设施复垦效果



照片 2.6-16 废弃井场配套设施拆除待复垦



照片 2.6-17 废弃老井场已复垦效果



照片 2.6-18 净化场临时用地复垦施工

(2) 进场道路

根据调查及访问，对不再保留的进场道路临时用地在结束后即进行复垦，为了充分利用资源，避免再次扰动环境，井场进场道路多未直接进行复垦，而是与地方乡镇、村协商，将待复垦道路移交地方进行适当修葺后，作为乡村路网使用，提升矿区乡村交通条件。



照片 2.6-19 进场道路用作农村道路

照片 2.6-20 移交地方修葺后作为农村道路

(3) 管道工程

管道主要复垦措施包括土地整治、培肥、农作物、植被种植，复垦方向基本为原土地利用类型。管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，除管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地未复垦为原土地利用类型外，其余临时用地均已完成复垦工作，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地闭井后开展植被重建。

①土方回填

土方回填采用的是蛙式打夯机进行机械夯填，地面平整高差 $\pm 3\text{cm}$ 以内。

为了复垦后的土地能适宜作物的生长，需对平整后的土地进行覆土，将管沟施工挖方铺覆于施工场地内。

②土地平整

覆土之后，植被重建之前，要对复垦责任范围内所有土地进行一次平整，以保证土地的坡度适宜植被重建。土地平整采用机械平土，平整坡度小 15° 。

③植被重建

植被种植主要选择当地的植物。植被恢复品种均为矿区当地常见植物物种，抗逆性强，水土保持作用较显著。管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地现状复垦为草地，闭井后开展植被重建，其余临时用地均已完成复垦工作。



照片 2.6-21 管道复垦效果照片 1



照片 2.6-22 管道复垦效果 2



照片 2.6-23 管道复垦效果 3



照片 2.6-24 管道复垦效果 4

(4) 土地复垦效果评价

根据收集的本气田单个井场、管线土地复垦方案报告书及咨询复垦实际投资情况，已复垦土地亩均投资约 1.16 万元。

通过现场查看，已复垦的井场、管道等工程用地多恢复为水田、旱地、草地、乔木林地和其他林地，已复垦耕地地势平坦，地面坡度 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 之间，土壤砾石含量小于 5%，耕地配套设施相对完善，各项指标均满足或高于《土地复垦质量控制标准》（TD/T1035~2013）相关标准要求。矿区农民已经在利用复垦土地进行耕种，和周边地类连成一片，土地经过管护及多年的恢复，复垦质量基本达到了当地同地类的标准，现复垦区耕地作物产量与土壤质量与周边同类土地基本一致，土复垦效果良好，复垦措施及经验可以直接借鉴，由于已复垦土地达到复垦质量标准，满足相关验收要求，复垦义务人正积极申请已复垦土地的验收工作。通过多年的复垦管护及自然恢复，复垦区的基本农田面积数量没有减少，质量不下降，复垦没有完成最终验收前，依然将已复垦土地进行管护并纳入复垦责任范围。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司于 2020 年 3 月通过相关程序，确定由四川省地质工程勘察院集团有限公司承担《中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制工作。

我单位接受任务后，即组织人员开展工作。项目技术小组进行矿区现场调查前收集矿区开发方案、储量报告、管线布置图、井场、场站基础信息、气象水文、地形图、工程地质图、水文地质图等相关资料，对收集的资料充分整理后开展野外工作。2020 年 2 月~3 月编写工作计划，2020 年 3 月 28 日~4 月 12 日，项目组赴现场进行了矿区已建设施的调查工作，2020 年 5 月 29 日~6 月 4 日，项目组对该矿区前期遗漏的地面设施进行了补充调查。在野外调查过程中，结合矿区地形图、地质灾害调查与区划成果以及土地利用现状图等资料，对评估范围内的地质灾害（崩塌、滑坡等）、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土污染、土地资源损毁及复垦情况等进行了详细调查。野外调查过程中，到相关部门收集矿区土地利用现状分幅图，苍溪县和旺苍县 2017-2019 年统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报。同时，项目技术小组通过调查问卷的形式，对矿区所在地自然资源局、井场周边群众等进行走访调查，询问，了解矿山开采对周围环境及人民生活的影响，完成水样、土样采集等工作。

本次野外工作共完成调查面积约 35.42km²，地质环境调查点 63 个，发放公众调查表 10 份，采集样品 10 件，其中土样 4 件，地下水样 5 件，地表水样 1 件，拍摄照片约 610 张，拍摄录像 20 段。

二、矿山地质环境影响评估

(一) 评估范围和评估级别

1. 评估范围的确定

依据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011) (以下简称《规范》) 的有关要求, 评估范围根据矿山地质环境调查结果分析确定。由于四川省四川盆地九龙山天然气开采项目开采矿区范围广, 而气田井场、道路及管道点多、面广, 因此, 本次工作对气田内部的井站场、道路及管道的地质环境条件进行重点调查, 同时对整个矿区范围的地质环境情况进行调查。

井站场等点型工程的评估范围主要依据《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015) 等相关规定, 在用地范围的基础上进行扩大, 一般以场站红线外延 50m (平缓区域)、井站场临近斜坡第一斜坡带、河流为边界确定井站场的评估范围。

井场配套道路、管道工程等线型工程评估范围主要依据《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015) 相关规定, 一般以线状工程红线两侧各外延 100m、第一斜坡带、河流为评估范围边界。

2. 评估级别的确定

①评估区重要程度: 重要区

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目位于四川省苍溪县、旺苍县境内。矿区内涉及多个乡镇; 区内有县道及乡道组成矿区内的交通网; 评估区东北侧 6km 分布有较重要水源地; 矿区损坏的土地类型主要为旱地、林地以及少量水田, 根据《规范》附录 B.1 中评估区重要程度分级表评估区属于“重要区”, 参见表 3.2-1。

表 3.2-1 评估区重要程度分级表

重要区★	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区★	分布有 200~500 人的居民集中居住区	居民居住分散, 居民集中居住区人口在 200 人以下

重要区★	较重要区	一般区
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施★	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	远离各级自然保护区及旅游景区(点)★
有重要水源地	有较重要水源地★	无较重要水源地
破坏耕地、园地★	破坏林地、草地	破坏其它类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先原则，只要有一条符合即为该级别。		

②矿山地质环境条件复杂程度：中等

气田采气层的主要储集空间包括孔隙、裂缝，与区内浅表层地下水无联系，进水边界条件简单，内地质构造简单，正常采气产生地下水极少，但气藏位于地下水水位以下，因而此项综合评定为“中等”；

含气层埋深大，结构完整，除少量为薄层泥岩外，以厚层状-块状的砂岩、灰岩等组成，蚀变作用弱，溶蚀面以下岩溶不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，据此该项综合评定为“简单”；

九龙山天然气开采区域构造位置属中国东部巨型新华夏系第三沉降带四川盆地之川西褶皱带和川中褶皱带。矿区主要分布新场向斜、新观背斜、九龙山背斜、苍溪向斜等构造，该区地面无断层。地腹由浅至中层断层逐渐发育，断层多分布在鼻褶的两翼。总体来看地表地质构造较为简单，深部断层较发育，综合评定为“中等”。

现状条件下区内矿山地质环境问题仅包括少量的土地资源压占与损毁，且进行了相应的保护或复垦措施，矿山地质环境问题的类型少，危害小，此项综合评定为“简单”；

气藏储集空间主要以残余原生粒间孔、粒间溶孔及粒内溶孔为主，深部采气不存在采空区问题，此项综合评定为“简单”；

矿区内各采气井场、净化厂及配气站所处区域内相对高差较小，地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，地形坡度一般20-35°，场地地层主要以第四系、侏罗系砂泥岩为主，该项综合评定为“中等”。

对照《规范》附录 C 表 C.1“地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”，判定矿山地质环境条件复杂程度应为“中等”类型。详细见表 3.2-2。

表 3.2-2 矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等★	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿(窑)水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿(窑)水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000-10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。★	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5-10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。★
地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带)，导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。★	地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。★
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。★

复杂	中等★	简单
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。★	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。

③矿山生产建设规模：小型

根据《开发利用方案》设计，九龙山天然气开采采用地下开采方式进行生产，设计年生产规模为**m³，按《矿山地质环境保护与综合治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 D 划分，矿山生产建设规模为“小型”。详见表 3.2-3。

表 3.2-3 矿山生产建设规模分类表

矿种类别	计量单位	年生产量		
		大型	中型	小型★
烃类天然气	亿立方米	≥5	5-1	<1

④评估级别：一级。

综合评估区重要程度、矿山生产建设规模、地质环境条件复杂程度，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）附录 A.1 划分，将本矿山地质环境影响评估精度等级确定为“一级”。详见表 3.2-4。

表 3.2-4 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等★	简单
重要区★	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型★	一级	一级★	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1. 矿山地质灾害危险性现状评估

（1）矿区地质灾害分布

评估区内地表出露地层主要为第四系、侏罗系砂泥岩地层，岩层产状平缓，多为 $2-3^{\circ}$ ，地面无断裂构造，地貌为构造剥蚀丘陵地貌，坡度多在 $15\sim 25^{\circ}$ 。根据苍溪县地质环境监测总站提供的资料，苍溪县地质灾害主要分布于新观乡南部和西部一带，苍溪县境内的矿权范围位于区域中部，处于地质灾害中易发-低易发区。

矿区常见的地质灾害为滑坡、崩塌、不稳定斜坡3种类型。基于收集的苍溪县地质灾害资料及图件，结合现场调查，现状条件下，评估区分布唐洪坡崩塌、龙王场镇龙王派出所滑坡2处地质灾害，为自然因素形成的地质灾害，规模全部为小型，地质灾害防治工作均由地方自然资源局负责。

气田设施距离唐洪坡崩塌最近的距离约 0.3km ，距龙王场镇龙王派出所滑坡最近的距离约 0.5km ，现状条件下，区域地质灾害基本稳定，对气田设施威胁小。气田已建设施距离现有地质灾害远，预测气田设施诱发或加剧现有地质灾害可能性小，在暴雨、风化和地震等不利条件下，可能掉块或者失稳，规模小，气田设施距离现有地质灾害远，预测气田设施遭受区域既有地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。详见下述。

图 3.2-1 矿区地灾分布图

①唐洪坡崩塌

该灾害点位于苍溪县新观乡向阳村 6 组。该崩塌经度**, 纬度**, 高程 968m, 危岩体长约 25m, 平均宽度 8m, 平均高度约 6m, 规模约 200m³, 规模等级和险情均属于小型。危岩体主要由巨厚层的砂岩组成, 砂岩厚度 3-7m, 岩层产状 261°∠3°, 发育有两组裂隙分别为: ①产状 130°∠40°, 延伸约 2-2.5m, 张开约 0.3-1.2cm, 间距较大, 填充为碎屑。②产状 203°∠76°, 延伸约 2-3m, 张开约 1-2cm, 间距 2-3m, 岩屑充填。现状条件下, 该危岩体基本稳定, 对气田设施无威胁。在暴雨、风化和地震等不利条件下可能掉块或者失稳, 危岩体规模小, 且龙 002-4 井气田设施距离唐洪坡崩塌最近的距离约 0.3km, 距离现有地质灾害远, 气田设施诱发或加剧现有地质灾害可能性小, 预测气田设施遭受唐洪坡崩塌地质灾害可能性小, 地质灾害危险性小。据苍溪县自然资源局资料, 该崩塌已治理销号。



照片 3.2-1 崩塌危岩体全貌

②龙王场镇龙王派出所滑坡

该灾害点位于苍溪县龙王场镇镇。该崩塌经度**，纬度**，高程 991m，规模约 1000m^3 ，规模等级和险情均属于小型。滑坡体主要由厚层的砂岩上覆的第四系松散沉积层组成，砂岩层厚度 5-10m，岩层产状 $128^\circ \angle 3^\circ$ ，发育有两组裂隙分别为：①产状 $173^\circ \angle 70^\circ$ ，延伸约 2-4m，张开约 0.1-0.6cm，间距 1-3m，填充为碎屑。②产状 $254^\circ \angle 57^\circ$ ，延伸约 3-6m，张开约 0.6-1.3cm，间距 1-2m，岩屑充填。工程进展处于管护阶段，苍溪县自然资源局已进行排危除险，治理效果较好，灾害点危险性消除。现状条件下，该滑坡体基本稳定-稳定状态。在暴雨、风化和地震等不利诱因条件下可能失稳，滑坡体规模小，气田设施距离龙王场镇龙王派出所滑坡最近的距离约 0.5km，距离现有地质灾害远，气田设施诱发或加剧现有地质灾害可能性小，预测气田设施遭受龙王场镇龙王派出所滑坡地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-2 龙王场镇龙王派出所滑坡全貌

(2) 井（站）场地及进场道路地质灾害危险性现状评估

1) 龙 1 井

龙 1 井位于四川省苍溪县新观乡轿顶村，长约 60m，宽约 18m，占地面积约为 817m²。井场海拔约 817m，井场区域整体为低中山地貌，井场北东侧为斜坡，坡高约 25m，坡度约 20-30°，坡脚为陡坎，坎高约 5m，现状条件下边坡未见变形迹象，边坡稳定。现状为林地，植被发育，斜坡表层为第四系全新统残坡积物，层厚约 0.3-0.6m，局部偶见砂泥岩地层出露。根据调查及访问周围居民，现状条件下斜坡未见变形迹象。根据开发利用方案和现存调查，该井为废弃井，无人值守，井场设施距离坡脚距离约 10m，在不良地质营力作用下，地质灾害可能威胁井场围墙和设施。

龙 1 井进场道路紧邻乡村道路，大门接乡村泥结碎石路，进场道路沿线整体地势平坦，进场道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上所述，现状条件下，龙 1 井场及道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-3 井场西南侧斜坡现状



照片 3.2-4 井场西北侧斜坡现状

2) 龙 4 井、龙 13 井、新观首站

龙 4 井和龙 13 井均位于新观首站内，为同场井，总体位于四川省苍溪县新观乡，长约 110m，宽约 80m，占地面积约为 4350m²。井场位置海拔约 994m，井场整体位于斜坡中上部，北西侧有一高约 15m 的陡坎，基岩裸露，为砂泥岩互层，岩层倾角小，产状近水平，未见明显崩落岩块，对钻井威胁较小。

井场进场道路沿线整体地势平坦，道路东侧的边坡，在不良地质营力作用下，可能发生崩塌、滑坡，威胁过往车辆、人员。进场道路遭受地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。

综上所述，现状条件下，龙 4 井、龙 13 井井场西侧陡坎坡脚未见明显崩落岩块，对井场威胁较中等，地质灾害危险性中等。



照片 3.2-5 井场区域地形



照片 3.2-6 井场西侧斜坡坡脚崩落块石

3) 龙 9 井

龙 9 井位于四川省苍溪县新观乡，井场长约 140m，宽约 30m，占地面积约为 3462m²。井场海拔约 1010m，井场整体地势较平坦，未见井场设施结构开裂、变形等迹象。紧邻井场围墙西侧为陡坎，坎高约为 7m，植被发育，以乔木灌木

为主，表层为第四系全新统残坡积物，层厚约 0.3-0.6m，据访问，陡坎未出现变形、崩塌等迹象，现状条件下斜坡稳定。

井场进场道路沿线整体地势平坦，进场道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上所述，现状条件下，龙 9 井井场及进场道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-7 龙 9 井东侧斜坡现状



照片 3.2-7 龙 9 井进场道路

4) 龙 10 井

龙 10 井位于四川省苍溪县新观乡，井场长约 85m，宽约 35m，占地面积约为 2500m²。井场位置海拔约 1013m，井场区域位于斜坡中上部，地形坡度约为 15°，井场附近未见地质灾害。井场进场道路沿线整体地势平坦，进场道路沿线未见地质灾害，遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙 10 井井场及进场道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-8 龙 10 井井场

5) 龙 12 井

龙 12 井位于四川省苍溪县新观乡，长约 75m，宽约 35m，占地面积约为 2660m²。井场位置海拔约 991m，井场区域整体地势较平坦，地形坡度小于 10°，场地出露地层为第四系全新统残坡积物，层厚约 0.2-0.5m，附近未见基岩出露，场地周围多为林地。井场附近未见地质灾害。井场进场道路沿线整体地势平坦，进场道路沿线未见地质灾害，遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙 12 井井场及进场道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-9 龙 12 井场地形地貌

6) 龙 15 井

龙 15 位于四川省苍溪县新观乡，长约 85m，宽约 35m，占地面积约为 2225m²，井南北向展布，井场海拔 763m，井场整体地势较平坦，未见井场设施结构开裂、变形等迹象。井场位于斜坡中上部，平均坡度约 15-20°，现状为林地、果园，斜坡表层为第四系全新统残坡积物、耕植土，层厚约 0.3-0.5m，局部可见侏罗系砂泥岩地层出露，产状平缓，根据调查及访问周围居民，斜坡未见变形迹象，现状条件下斜坡稳定。

龙 15 井进场道路长约 10m，宽约 5m，为泥结碎石路，道路周围地形较平缓，无切坡工程，场道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙 15 井场及道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-10 龙 15 井井场



照片 3.2-11 井场西侧斜坡

7) 龙 16 井

龙 16 井井场位于四川省苍溪县新观乡轿顶村，长约 130m，宽约 55m，占地面积约为 8470m²，南西-北东向展布，井场位置海拔约 868m，井场位于斜坡中上部，斜坡平均坡度约 30-35°，现状为林地。井场南东侧切坡形成高约 3m 的陡坎，出露地层为侏罗系砂泥岩互层，产状近水平，表层为第四系全新统残坡积物，厚度为 0.3-0.5m，陡坎无变形迹象；井场北西侧填方，未见填方区挡墙结构开裂、变形等迹象。根据调查及访问周围居民，斜坡未见变形迹象，现状条件下斜坡稳定。受降雨、地震、风化等因素影响，井场南东侧可能遭受崩塌，井场受地质灾害危险性中等，建议开展地质灾害监测。

龙 16 井进场道路约 120m，宽约 4.5m，为水泥路，道路两侧为斜坡，平均坡度约 30-35°，现状多为旱地、林地，斜坡表层为第四系全新统残坡积物，层厚约 0.3-0.5m，局部出露基岩为砂泥岩，产状近水平。根据调查及访问周围居民，道路两侧斜坡未见变形迹象，未发生滑坡、崩塌等地质灾害，现状条件下斜坡稳定。进场道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙 16 井场及道路附近未见不良地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，在不良地质营力作用下，井场可能受地质灾害，井场及道路遭受地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。



照片 3.2-12 井场北西侧挡墙



照片 3.2-13 井场南东侧斜坡

此外在通往龙 16 井井场的公路有一处“川东红层滑坡灾害”，该点距离龙 16 井场约 2.7km，已采取措施对该滑坡治理，目前作为灾害野外防治技术试验基地。



照片 3.2-14 川东红层滑坡灾害治理措施



照片 3.2-15 灾害野外防治技术试验基地

8) 龙 002-4 井

龙 002-4 井场位于四川省苍溪县新观乡，长约 88m，宽约 43m，占地面积约为 3767m²，井场南西-北东向展布，井场位置海拔约 893m。井场位于斜坡中上部，北西侧为一陡崖，高约 16m，出露侏罗系砂泥岩，地层产状近水平。崖面现有防护措施为喷锚和主动网，喷锚完整性较好，主动网中未见明显崩落岩块，陡崖整体未见变形迹象；南东侧为填方形成的高约 3m 的陡坎，挡墙未见变形。

龙 002-4 井进场道路长约 50m，宽约 15m，道路地形情况与井场地形情况相同。根据调查及访问周围居民，两侧陡崖、陡坎未发生滑坡、崩塌等地质灾害，现状条件下斜坡稳定。

受降雨、地震、风化等因素影响，井场北西侧陡坎可能发生小型崩塌，崩落

体距离井场约 5-10m，井场遭受地灾可能性中等，危险性小。进场道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙 002-4 井场及道路距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等，建议开展地质灾害监测。



照片 3.2-16 井场北西侧陡崖



照片 3.2-17 井场南东侧陡坎

9) 龙 002-H2 井

龙 002-H2 井位于四川省苍溪县新观乡苟英村，长约 80m，宽约 40m，占地面积约为 3441m²，井场南北方向展布，井场位置海拔 973m，井场整体地势平坦。井场东侧为斜坡，平均坡度约 5-10°，坡高约 4-5m，现状为林地，斜坡表层为第四系全新统残坡积物，层厚约 0.2-0.5m，未见基岩出露，根据调查及访问周围居民，斜坡未见变形迹象，现状条件下斜坡稳定。

龙 002-H2 井进场道路长约 5m，紧邻乡村公路，为碎石路。利用原有乡镇道路，未新建进场道路。

综上，现状条件下，龙 002-H2 井场附近未见地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-18 井场进场道路



照片 3.2-19 井场附近地貌

10) 龙 002-9-1 井

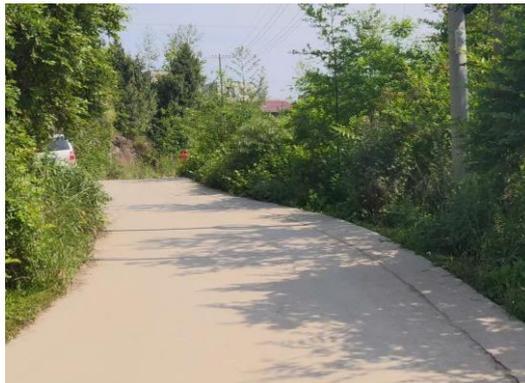
龙 002-9-1 井场位于四川省苍溪县新观乡，长约 148m，宽约 62m，占地面积约为 8070m²，井场位置海拔 943m。井场位于斜坡中上部，北侧为切坡陡坎，坎高约 8m，表面采取喷锚治理措施，喷锚现状完好，未见变形，崩落现象；南侧为填方 1:1 放坡，高约 2m，未见变形迹象。受降雨、地震、风化等因素影响，井场北侧挖方斜坡段可能遭受小型滑坡、崩塌。

龙 002-9-1 井进场道路约 165m，宽约 4.5m。道路局部切坡有陡坎，坎高小于 3m，揭露基岩为侏罗系砂泥岩互层，产状近水平，沿线未见滑坡、崩塌等地质灾害。

综上，现状条件下，龙 002-9-1 井场及道路附近未见地质灾害，根据自然资源局资料，距离地质灾害点唐洪坡崩塌距离 600m，且位于分水岭两侧，井场及道路遭受地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。



照片 3.2-20 井场南侧斜坡



照片 3.2-21 井场进场道路

11) 龙 8 井

龙 8 井位于四川省苍溪县新观乡，长约 85m，宽约 33m，占地面积约为 2350m²，井场位置海拔约 959m，井场整体地势较平坦。

井场西侧为乡村碎石路切坡陡坎，现状为林地，坎高约 2m，揭露基岩为侏罗系砂泥岩互层，产状近水平。东侧为小斜坡，坡度约 10-15°，前缘为陡坎，距离井场围墙约 4m，斜坡现状为旱地、林地，可见基岩出露，岩性为砂泥岩，产状近水平，根据调查及访问周围居民，斜坡未发生滑坡、崩塌等地质灾害，现状条件下斜坡稳定。

龙 8 井紧邻乡村道路建设，进场道路约 15m，宽约 4.5m，进场道路遭受地

质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

综上，现状条件下，龙8井场及道路附近未见地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-22 井场全貌



照片 3.2-23 西侧碎石路及陡坎

12) 龙王首站

龙王首站站场位于四川省苍溪县龙王镇，站场长约 90m，宽约 80m，占地面积约为 4353m²，站场位置海拔约 755m，地貌类型属中丘地貌，井场整体地势较平坦。站场两侧为一坡向近西的斜坡，坡度约为 10°，斜坡现状为旱地、林地，未见基岩出露，根据调查及访问周围居民，站场区域附近斜坡未发生滑坡、崩塌等地质灾害，现状条件下斜坡稳定。

站场紧邻 058 乡道修建，进场道路仅数米长，地灾可能性及危险性与站场相同。

综上，现状条件下，龙王首站站场及道路附近未见地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，站场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-24 站场全貌



照片 3.2-25 站场周围地貌

13) 龙王配气站

龙王配气站位于龙王场镇镇，站场长约 63m，宽约 41m，占地面积约为 2300m²，站场位置海拔约 395m，站场整体地势平坦，坡度小于 5°。站场北西侧为一陡坎，坎高约 2m，其下为河流，河流宽度约为 25m。站场附近未见地质灾害。

站场紧邻公路修建，进场道路仅数米，发生地灾可能性及危险性与站场相同。

综上，现状条件下，龙王配气站及道路附近未见地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-26 站场全貌



照片 3.2-27 站场北西侧河流

14) 九龙山净化厂

九龙山净化厂位于四川省苍溪县新观乡和漓江镇交界的梓潼村及琴溪村，场地长约 330m，宽约 195m，占地面积约为 46260m²，场地海拔约为 954m。井场位于斜坡中部，北侧为陡坎，坎高约 2.5m，南侧建造挡墙，挡墙最高约 4m。现状条件下未见斜坡、陡坎变形，陡坎下方落石较少；挡墙结构完整，排水正常，现状稳定。厂区附近公路范围内无滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害，现状条件下斜坡及挡墙稳定，遭受地质灾害可能较小。井场紧邻 077 乡道，进场道路长度短，稳定性与厂区相同。

综上，现状条件下，九龙山净化厂及道路附近未见地质灾害，且距离评估区已有地质灾害远，井场及道路遭受地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。



照片 3.2-28 厂区全貌



照片 3.2-29 厂区南侧挡墙

(2) 管道工程地质灾害危险性现状评估

根据气田开发利用方案及建设现状，气田已建设输气管线 13 条，共 82.14 km。管道敷设方式均为地下敷设，各管道沿线地形地貌详见如下照片。

根据现场调查，矿区范围内管道工程已建设完成，管道沿线多为平缓地带及丘陵地貌，平缓地带基本不具备地质灾害发生的地质环境背景。丘陵斜坡坡度一般 10-20°，剥蚀平台段地形相对平缓，微地形多为阶梯状，阶梯高一般为 0.5-1.5m。斜坡地表多覆盖第四系残坡积层，厚度薄，基岩为侏罗系砂泥岩地层，岩层产状多为 1-3°，产状平缓，节理裂隙整体弱发育，管道沿线物理地质现象以风化为主，多见小规模风化剥落的块石，斜坡基本未见明显变形迹象，且爬坡管道在陡坎、陡坡地段均采取了挡土坎、护坡等管道防护措施，防护措施结构完整，未见变形破坏迹象。

综合而言，管道工程沿线未见崩塌、滑坡等地质灾害，沿线不良地质现象发育弱，仅局部有零星小规模的风化掉块，现状情况地质灾害危险性小。

总体来看，现状条件下，矿区工程遭受地质灾害影响的可能性较小，地质灾害危险性小，地质灾害影响程度较轻。



照片 3.2-30 管道采取的挡土坎措施



照片 3.2-31 管道采取的挡土坎措施

照片 3.2-32 九龙山天然气开采管道工程沿线地形地貌照片集



龙 9 井至北干线 3 号阀井



龙 10 井至新观首站



龙 16 井至新观首站



龙 8 井至新观首站



新白线



新龙线



龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点



龙 002-9-1 井至新观首站



龙 002-H2 井至龙 9 井



龙 9 井至新龙线 T 接点



龙 1 井至龙 15 井



龙 12 井至新观首站



龙 15 井至龙 12 井



南干线

2. 矿山地质灾害预测评估

(1) 区域地质灾害预测分析

根据前述，气田设施距离唐洪坡崩塌最近的距离约 0.3km，距离龙王场镇龙王派出所滑坡最近的距离约 0.5km，现状条件下，区域地质灾害基本稳定，对气田设施威胁小。气田设施距离现有区域地质灾害远，预测气田设施诱发或加剧区域地质灾害可能性小，在暴雨、风化和地震等不利条件下，2 处地质灾害可能掉块或者失稳，可能性小-中等，灾害规模小，气田设施距离区域地质灾害远，预测气田设施遭受区域既有 2 处地质灾害可能性小，地质灾害危险性小。

(2) 井（站）场及进场道路地质灾害危险性预测评估

①井（站）场及进场道路地质灾害危险性预测评估

在龙 002-9-1 井井场区域场地分布于丘陵地貌以及平缓地带，丘陵区斜坡坡度一般在 10~15° 之间，井场建设工程挖填方活动会形成人工边坡，边坡高度一般 0.5-1.0m，对现有斜坡产生扰动，受降雨、地震、风化等因素影响，井场周围

斜坡段或人工边坡可能发生滑坡、崩塌，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）地质灾害危害程度分级表，地质灾害危害程度整体小，地质灾害危险性小。在建井场配套道路主要依托现有的国道和地方县乡村道路，新建施工道路规模小，道路沿线多为平缓区域，挖填方小，道路建设不涉及高填深挖，形成的人工边坡高度一般为 0.3-0.9m，且距离评估区既有 2 处小型地质灾害远，已建设施无土石方挖填等工程活动。龙 002-9-1 井场位于斜坡中上部，北侧为切坡陡坎，坎高约 8m，表面已采取喷锚治理措施，喷锚现状完好，未见变形，崩落现象；南侧为填方 1:1 放坡，高约 2m，未见变形迹象。受降雨、地震、风化等因素影响，井场北侧挖方斜坡段可能遭受小型滑坡、崩塌。该井场及道路遭受地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。已建井场及道路地质灾害预测见表 3.2-5。

表 3.2-5 九龙山天然气开采已建井场及道路地质灾害危险性预测评估一览表

序号	井（站）场名称	诱发或加剧地质灾害预测	遭受的地质灾害预测	地灾预测评估
1	龙 002-4 井	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场北西侧陡坎可能发生小型崩塌，崩落体距离井场约 5-10m，目前井场已采取喷锚、锚索等治理措施，井场遭受地灾可能性中等，危险性中等	危害程度小，危险性中等
2	龙 002-H2 井	可能性小，危险性小	可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
3	龙 1 井	可能性小，危险性小	井场北东侧边坡地层产状近水平，遭受地灾可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
4	龙 10 井	可能性小，危险性小	可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
5	龙 12 井	可能性小，危险性小	井场南部的井场配套设施，位于一陡坎坡顶，陡坎高 2-3m，距离井场约 5m，受降雨、地震、风化等因素影响，可能遭受小型滑坡、崩塌，但因地层产状近水平，较稳定，危害程度小，危险性小	危害程度小，危险性小
6	龙 15 井	可能性小，危险性小	可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
7	龙 16 井	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场南东侧可能遭受小型滑坡，危害程度小，危险性中等	危害程度小，危险性中等
8	龙 8 井	可能性小，危险性小	可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小

序号	井（站）场名称	诱发或加剧地质灾害预测	遭受的地质灾害预测	地灾预测评估
9	龙9井	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场东侧可能遭受小型滑坡，危害程度小，危险性小	危害程度小，危险性小
10	龙002-9-1井	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场北侧挖方斜坡段可能遭受小型滑坡、崩塌，已采取喷锚治理措施，危害程度小，危险性中等	危害程度小，危险性中等
11	龙王配气站	可能性小，危险性小	距离龙王场镇龙王派出所滑坡越300m，据苍溪县自然资源局资料该地灾点已销号，可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
12	龙王首站	可能性小，危险性小	可能性小，危险性小	危害程度小，危险性小
13	新观首站（龙4井、龙13井）	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场西侧及进场道路东侧斜坡段可能遭受小型滑坡、崩塌，危害程度小，危险性中等	危害程度小，危险性中等
14	九龙山净化厂	可能性小，危险性小	受降雨、地震、风化等因素影响，井场北西侧及东侧斜坡段可能遭受小型滑坡、崩塌，危害程度小，危险性小	危害程度小，危险性小

3) 管道工程地质灾害危险性预测评估

根据建设计划，气田未部署新增管线设施。气田管线多数位于平缓地带及丘陵地貌，平缓地带基本不具备地质灾害发生的地质环境背景。丘陵斜坡坡度整体较缓，基岩为侏罗系砂泥岩地层，岩层产状多为 1-3°，产状平缓，节理裂隙整体弱发育，沿线物理地质现象以风化为主，仅局部有零星小规模的风化掉块，斜坡基本未见明显变形迹象。

综合而言，管道工程沿线未见崩塌、滑坡等地质灾害，沿线不良地质现象发育弱，仅局部有零星小规模的风化掉块。管道建设后，人类对地质环境及生态环境的改造的各项建设已经停止，不再涉及土方挖填等活动，诱发、加剧的地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。受降雨、地震、风化、人类活动等因素影响，丘陵局部斜坡段可能发生小型、浅层滑塌，爬坡管道在陡坎、陡坡地段均已采取了挡墙、挡土坎等管道防护措施，防护措施结构完整，管道全部为地下埋设，预测其遭受地质灾害可能性小，危险性小，地质灾害影响程度较轻。



照片 3.2-33 管道防护措施—挡土墙



照片 3.2-34 管道防护措施—挡土坎

(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测

1. 含水层概况

根据 2005 年开展的 1:5 万四川省广元市苍溪县红层地区找水打井工程、收集到的 1:20 万广元幅水文地质资料、矿区钻井揭露地层，九龙山天然气开采矿区含水层主要概况如下。

(1) 第四系松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水主要赋存于区内河流漫滩、阶地堆积的砂砾卵石层中，呈带状沿河分布，地下水埋深一般 3-5m，含水层厚度较大时，一般单孔涌水量可达 500~1000m³/d，富水性好。除此而外，在丘陵的宽缓谷地内的残坡积层内含有少量的孔隙潜水，根据区域水位地质民井监测数据及访问，该位置地下水埋深一般 4-8m，单孔涌水量仅 3~10m³/d，富水性差。

(2) 红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水

广布矿区的侏罗系地层，俗称红层。该含水层为砂岩裂隙含水，地下水的化学成分多属 HCO₃-Ca 型，矿化度较低，水质较好。含水多在地下 60-110m 以内，根据本次取样过程中水位观测，该类型地下水位埋藏较浅，水位约 5-15m。含水砂岩上下均被相对隔水的泥岩所夹持，因此形成多层互相叠置的互不联系的层叠结构，普遍具有层间承压的特点，富水性较不均一，有随深度增加而减弱的规律。

(3) 砂页岩孔隙裂隙层间水

本含水层在矿区内部未见出露。根据区域水文地质资料，三叠系上统须家河组岩性为一套湖泊相碎屑岩沉积。砂岩裂隙发育，为区域主要含水层。矿区内本地层未见出露。该类地下水有以下基本特征：含水层岩性为砂岩，具有厚度大，延伸远，分布稳定，具承压性；地下水储存深度一般在 120.00~270.00m 之间。

(4) 碳酸盐岩 (T_{1j}、T_{1f}) 裂隙溶洞水

本岩组在矿区深埋地腹，地表未见出露。含水层包括三叠系嘉陵江组与飞仙关组。水质为重碳酸钙型，矿化度小于 0.30g/L，更深则变为氯化物型水。

区域水文地质调查及油气勘探揭露显示，区内地下水在 50m 以上以淡水为主，是直接关乎矿区生产生活用水的地下水主要来源，而在此深度以下的地下水多为卤水甚至浓卤水，且地下深处的地下水以承压水为主，含油气层压力高。油气开发过程的钻井工程必然揭穿气藏以上的所有含水层。矿区开采水文地质剖面图及气田与含水层关系图见图 3.2-2。

图 3.2-2 九龙山天然气开采气藏储层与含水层相对关系图

2.含水层破坏现状

根据开发利用方案，矿山开采目的层为珍珠冲组、须家河组、飞仙关组。珍珠冲组气藏埋藏深度为小于 3500m，大于 2000m，须家河组气藏埋深约 3180-3600m 左右，飞仙关组气藏埋深约气藏埋藏深度大于 4500.0m，钻井施工时会依次钻遇气藏及其储层以上覆盖的各含水层。现状条件下含水层结构破坏主要为钻井施工过程中对含水层的影响。

(1) 钻井施工对含水层结构破坏

根据各井场钻井工程设计，各钻进段均采取加装井筒套管措施，以封隔井下地下水为原则确定下管深度（本项目采用全井段套管保护，如果井底附近发现有含水层，则加深进行封隔），导管用水泥封固，固井时水泥套管上返至地表井口。矿区典型钻井结构如下所述：

一开采用 $\Phi 444.5\text{mm}$ 钻头钻进至 100m 左右，下 $\Phi 339.7\text{mm}$ 套管封隔地表破裂层，套管鞋必须座在硬地层上。

二开采用 $\Phi 311.2\text{mm}$ 钻头钻进至须顶垂厚 10m，下 $\Phi 244.5\text{mm}$ 套管封隔上部沙溪庙及自流井等易垮塌层、易漏层，水泥返至地面。

三开采用 $\Phi 215.9\text{mm}$ 钻头钻至飞一底，下 $\Phi 177.8\text{mm}$ 油层套管，水泥返至地面。二开、三开主要采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器+FX35-10.5/21 旋转防喷器组合井口装置。

四开采用 $\Phi 152.4\text{mm}$ 钻头钻至完钻，下 $\Phi 127\text{mm}$ 尾管完成。四开主要采用 2FZ35-70 双闸板防喷器+FZ35-70 单闸板防喷器+FH35-35 环形防喷器组合井口装置。

油层套管：油气层套管固井水泥胶结质量合格段长度应达到应封固井段长度的 70% 以上，且在油气层或水层及其以上 25m 环空范围内形成具有密封性能的胶结优良的水泥环。

矿山开采时所采用的钻井工艺已经采取了分层止水的方法，现状条件下已建的气井建设已完成，并采用分级套管注水泥固井，钻井扰动破坏连通渠道已被封堵，且双层套管结构完整，故钻井施工对含水层结构现状影响为较轻。

图 3.2-3 典型钻井井身结构图

珍珠冲组气藏早期试采井均未见地层水，随着生产的进行，各井开始间歇产出极少量水，经分析表明，主要为凝析水。2011 年 7 月，随着龙 10 井产出地层水后，在龙 9 井、龙 002-7 井等多口井均见到地层水，其矿化度均达到 100g/L 以上，水型为 CaCl_2 。须二下亚段气藏产出地层水 Cl^- 含量为 104397~125265mg/L，总矿化度 175.924~207.558g/L，属 CaCl_2 水型。九龙山气田飞仙关组龙 16 井地

层水不活跃，早期水型 NaHCO₃ 型，目前水型以 CaCl₂ 为主，Cl⁻含量为 14639~16279mg/L，总矿化度 25.312~25.749g/L，九龙山气田各气藏储层的地层水水质情况见表 3.2-5。

表 3.2-5 九龙山气田气藏储层水水质分析统计表

气藏	井号	取样日期	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ba ²⁺ +Sr ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	总矿化度 (g/L)	水化学类型
珍珠冲组	龙 8	2009.10.14	8000	10872	851	0	33835	0	358	53.916	CaCl ₂
	龙 9	2013.06.30	28995	15203	1318	6567	78809	0	12	130.904	CaCl ₂
	龙 10	2013.04.15	31538	14947	1318	2539	80184	0	36	131.000	CaCl ₂
	龙 002-7	2013.06.30	29949	15458	1085	1882	77572	0	120	126.066	CaCl ₂
须二下亚段	龙 1	1991.10.15	47416	12288	1552	10046	104397	0	225	175.924	CaCl ₂
	龙 9	1997.12.30	54180	15155	1733	8240	119532	0	156	198.996	CaCl ₂
	龙 13	1994.05.22	59714	14028	1672	6867	125265	0	12	207.558	CaCl ₂
	龙 12	1992.08.18	54725	15531	1307	6352	118857	0	94	196.866	CaCl ₂
飞仙关组	龙 16	2011.03.26	8192	139	19	0	12004	573	862	21.79	NaHCO ₃
	龙 16	2015.04.16	9393	67	41	0	13639	692	973	24.80	NaHCO ₃
	龙 16	2018.12.14	8146	29	5	35	16279	667	249	25.749	CaCl ₂
	龙 16	2019.06.13	9120	68	11	34	14639	0	1227	25.312	CaCl ₂
	备注	各离子含量单位为 mg/L									

(2) 对地下水水量的影响

根据钻井工程设计，各钻进段均采取加装井筒套管措施，以封隔井下地下水为原则确定下管深度(本项目采用全井段套管保护，如果井底附近发现有含水层，则加深进行封隔)，导管用水泥封固，固井时水泥套管上返至地表井口，地下水渗入井筒的途径被水泥封隔阻断，钻井导致地下水漏失可能性较小再者，根据钻井设计可知，钻井作业涉及岩层面积小，采取了套管固封，随钻井液排出的地下水的量很小。

从九龙山天然气开采各气藏的产水情况看，产水井主要集中在珍珠冲组气藏，其次为须家河组，飞仙关组有一定产水量。目前珍珠冲组日产水量基本稳定在

55m³/d 左右，对整个区块产水量变化的影响不会很大。根据开发利用方案及调查访问，现状情况下生产过程中未抽取地下水。

综上所述，现状条件下矿山开采对地下含水层水量疏干影响较轻，不造成浅层地下水位下降。

(3) 对含水层水质的影响

①含水层水质影响分析

矿山生产对地下水水质的影响主要体现在钻井过程中钻井液对地下含水层水质的影响、压裂过程中压裂液对含气目的层的影响以及钻井废水、压裂作业废水排放对水环境的影响。

钻井液中要求加入堵漏剂，提高钻井液的封堵能力，低钻井液的失水量，以封堵地层层理、裂隙，阻止钻井液滤液进入地层，严格执行防漏堵漏措施。钻井过程严格规范化作业，钻井过程对区域浅层地下水影响较轻。

由于本项目压裂液的配置、储存均在压裂液储罐中完成（现配现用），故压裂液对含水层的影响较轻。

②水质现状检测

地下水现状监测点主要布设在建设项目场地、周围环境敏感点等有控制意义的点位。本次地下水质量监测主要考虑当地具有供水意义的饮用水含水层，结合本项目工程位置，饮用水含水层取点选取本次评估区附近的居民饮用水井，选取在运行井站附近 5 口井进行取样分析，后期建议开展自动化监测。

矿区内采取地下井水 5 件进行水质分析，检测项目包括：pH、COD_{Mn}、硫酸盐、氨氮、氯化物、镉、铬、石油等类。根据检测报告，矿区地下水水质基本可以达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的“II-III 类”。水质分析数据见表 3.2-6。

矿区内居民生产生活用水多集中在 50m 深度范围之内。气田气藏埋深基本都在 2000m 以下，且采气层段以上至井口均采取了套管相隔，确保了气田水产出对浅表含水层影响降至最低，且从多年的运行情况来看，未见套管破坏损毁情况，因而采矿活动对居民生产生活用水和地下含水层的水质影响程度较轻。

表 3.2-6 矿区 2020 年地下水样品检测结果

水样 编号	地下水类型	取样地 点	检测指标									
			PH	硫酸盐	氯化物	铜	汞	铬	镉	氨氮	CODMn	石油类
CX-01	砂泥岩风化带孔隙裂隙水	龙 12 井 站	7.31	120	43	<0.009	<0.00005	<0.01	<0.001	<0.01	0.60	<0.01
CX-02	砂泥岩风化带孔隙裂隙水	龙 4 井	7.31	174	66.3	<0.009	<0.00005	<0.01	<0.001	<0.01	0.60	<0.01
CX-03	砂泥岩风化带孔隙裂隙水	新观首 站	7.02	67.5	291	<0.009	0.00007	<0.01	<0.001	0.02	0.80	0.02
CX-04	砂泥岩风化带孔隙裂隙水	龙 9 井	7.25	180	175	<0.009	<0.00005	<0.01	<0.001	<0.01	0.64	<0.01
CX-05	砂泥岩风化带孔隙裂隙水	龙 1 井	7.30	23.9	30.8	<0.009	<0.00005	<0.01	<0.001	0.32	4.11	<0.01

3.现状综合分析

根据气田各采气井开采现状，气田开采利用的整个过程中可能造成含水层影响的主要为气田建设过程中钻井作业，且可能影响方式以水质恶化为主要形式。矿区内居民生产生活用水多集中在 50m 深度范围之内，气田气藏埋深基本都在 2000m 以下，且采气层段以上至井口均采取了套管相隔，确保了气田水对浅表含水层影响降至最低，气田已建设运行了约 30 年，根据本次采取的地下水样检测结果，矿区地下水水质基本可以达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的“II-III 类”。故气田开发对矿区生产、生活用水影响小。

综合而言，现状条件下，气田开采对含水层的结构、地下水位下降、水量减少或疏干、水质影响较轻，天然气开采基本未对矿区范围内及周边居民生产、生活用水造成影响。见表 3.2-7。

表 3.2-7 含水层影响程度现状评估

影响程度分级	含水层
严重	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d； 矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 不同含水层（组）串通水质恶化影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。
较严重	矿井正常涌水 3000-10000m ³ /d； 矿区周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 矿区及周围地表水体漏失较严重； 影响矿区及周围部分生产生活供水；
较轻（√）	矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d； 矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度小； 矿区及周围地表水体未漏失； 未影响到矿区及周围生产生活供水

4.含水层预测

(1) 正常工况

九龙山天然气开采历史相对久，开采项目建设均已完成，无新钻井计划，因而气田生产生活对含水层结构影响较轻；生产运行期采气及生产处理措施同现状，气田水矿化度高，特别是特征离子浓度高，为避免气田水排放污染环境，所产生的采气废水、井下作业废水、生活污水等经处理达标后按要求排放或运送至矿区外处理或回注，保护矿区含水层不受影响，正常情况下对含水层水量及水质影响较轻。

(2) 事故工况

由于外力损伤、地质灾害以及第三方破坏等因素引起井管破裂、套管腐蚀等管道破损造成泄漏。矿山开采运行时间较长，采气作业所产生气田采出水包括气层本身所含的边水、底水等废水，废水中含有石油类、ss 及少量表面活性剂，在长期开采过程中一旦发生封井不严、井管破裂、套管腐蚀等事故时，将可能对地下水水质产生一定程度的污染和破坏。已钻气井在运行期间，若遇输气管线泄漏或污水池破损导致废水外溢，溢出的废水可能会渗入土壤中污染土壤环境，从而对地表农作物或植被的正常生长造成破坏。但矿山有完善的风险管理体系，且经收集资料分析，发生事故的概率极低，依据矿山的事故应急预案，事故工况能及时采取控制措施，确保对水土环境的影响降至最低限度。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构的破坏较轻，对地下含水层水量影响较轻，对地下水水质的影响较轻。九龙山天然气开采已开发约 30 年，多年的监测数据显示，未见对含水层水质有影响，因而预测评估认为，气田水对含水层的影响程度较轻。根据《规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测矿山建设开采活动对地下含水层影响程度为“较轻”，但在后期矿山建设开采活动中应进行长期监测。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1.现状分析

采矿活动对地形地貌的影响主要集中于井场施工阶段和管线敷设阶段。矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏主要包括对原生地形地貌的破坏，气田在建设过程中，严格按照有关井控规定执行，回避了周边的地质遗迹、自然和人文景观，不对其构成影响。

根据建设单位提供的开发利用方案和实地勘查，截止 2020 年 3 月，气田勘探、开采过程已建设完成井场 12 座，勘探井、生产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，单个井场占地面积多在几亩至十几亩，部分井场布置在丘坡，井场建设时场地平整挖方、填方、道路挖填等活动对征地范围和周边原有地形地貌景观影响和破坏程度大，影响程度为严重。管道工程全部为临时占地，已建设输气管 13 条，共 82.14km，施工时已及时完成了土地复垦，尽可能恢复到原地貌，故管道工程以及其他未扰动区域对地形地貌景观影响程度较轻。综合而言，现状评估矿山地质环境影响程度为严重、较轻两个程度。

2.预测分析

根据开发利用方案，九龙山气田无新井部署投产，主要依靠现有生产井生产，需做好气井精细化管理，延缓气井递减，延长气井生产寿命，提高气井采收率。且随着时间的推移，矿区会逐步组织实施报废设施的土地复垦工作，尽可能恢复原土地利用类型。因此，地形地貌影响预测评估级别为“较轻”。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1.水土环境污染现状评估

气田开采可能造成水土环境污染的环节主要有压裂液、钻井泥浆、以及废油、废水等对表层土壤造成污染，其中石油烃类以及汞等金属元素是影响土壤质量的

主要因子。完井后的剩余钻井液材料、油料全部回收。钻井作业工艺流程及污染节点示意图及水产生及处置分别见图 3.2-4 及表 3.2-8。

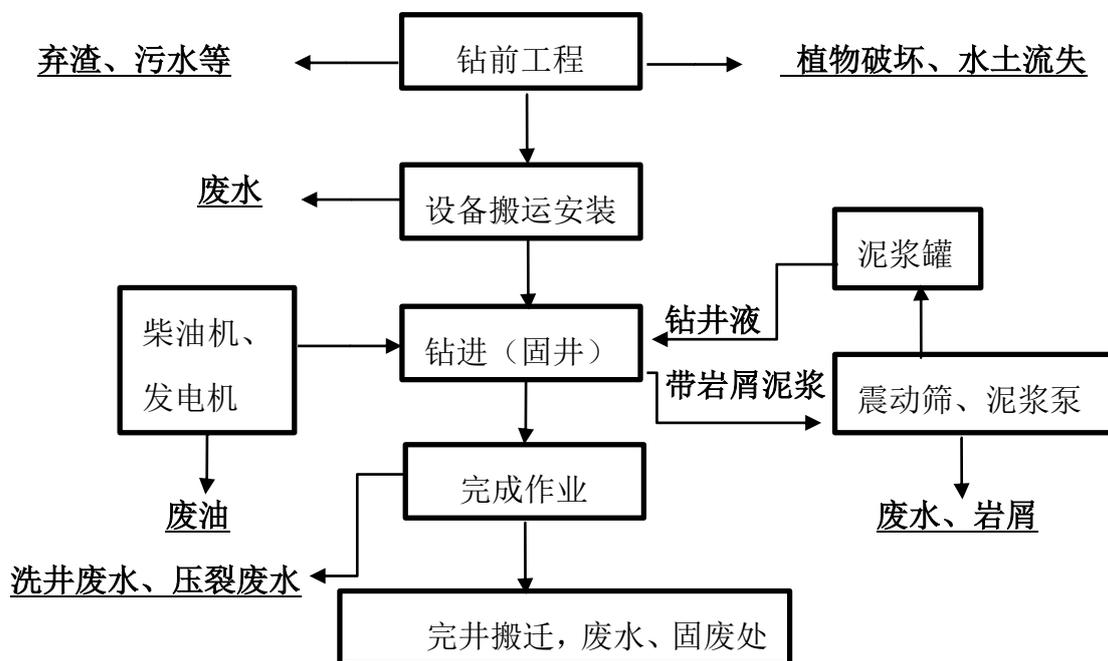


图 3.2-4 钻井作业工艺流程及污染节点示意图

表 3.2-8 钻井废弃物处置一览表

废油	现场配备废油回收桶，地面采取防渗措施，在完井后交由具有废油处置资质的单位进行处置。
钻井废水	经集排水管线，泥浆水经泥浆泵、振动筛、沉淀池等处理后，罐车输送。
洗井废水	经集排水管线，物理沉淀后，罐车输送。
钻井岩屑	普通岩屑除去部分用于垫井场及进场道路外，不能利用的堆放在岩屑坑里，完井后填埋。含油岩屑完井后交由具有该项危险废物处置资质的单位进行处置。
废泥浆	采取脱水固化处理，完井后与钻井岩屑一起就地进行填埋处理。
生活垃圾	集中收集后交由当地环卫部门进行处置。

九龙山矿区天然气开采可能造成土壤污染的环节主要有压裂液、钻井泥浆、以及废油等对表层土壤造成污染。钻井阶段会产生钻井废水、生活废水，完井作业阶段会产生洗井废水、压裂废水、生活废水等。由于钻井周期时间短，现场人员少，生活污水每天产生量小，水质较为简单，经生活区修建的生化池处理后用

于附近旱地农肥，不外排。采样深度 0~20cm，采用梅花布点法多点采样，均匀混合，四分法留取 1kg 作为监测样品，自然风干后送检，使用检测方法如表 3.2-5 示。本项目对评价区土壤中石油类、盐分及重金属元素等进行了采样分析。调查人员选取矿区 4 组土样，按《土壤环境质量—农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）要求进行监测。

表 3.2-5 检测方法及检出限

项目名称	监测方法	方法来源	使用仪器	检出限
PH	玻璃电极法	固体废物腐蚀性的测定 GB/T15555.12-1995	pH 计 pHS-3C 600412080046	/
铬	电感耦合等离子体原子发射光谱法	固体废物 22 种金属元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法 HJ781-2016	720ICP-OES 等离子体发射光 MY14210001	0.02
铜				0.01
镉				0.01
汞	原子荧光法	固体废物汞硒的测定 微波消解/原子荧光法 HJ702-	AFS-933 原子荧光光度计 933-	2.0×10^{-5}

在矿区红线范围内唯一常流河毛芋湾河，其余均为季节性溪沟，在毛芋湾河设置断面取 1 组地表水样进行分析，地表水监测参照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）执行。其各项检测指标见表 3.2-9 及表 3.2-10。

表 3.2-9 矿区 2020 年土壤样品测定结果

编号	取样地点	检测结果（单位 mg/kg）					
		pH	汞	石油类	镉	铜	铬
TCX1	龙 15 井	6.15	未检出	13	未检出	未检出	未检出
TCX2	龙 12 井场附近	6.89	未检出	20	未检出	未检出	未检出
TCX3	龙 8 井场附近	5.5	未检出	17	未检出	0.01	未检出
TCX4	龙 10 井场附近	6.71	未检出	10	0.02	未检出	未检出

表 3.2-10 矿区 2020 年地表水样品测定结果

样品编号	取样地点	检测结果（单位mg/L）								
		pH	铜	铬	镉	汞	石油类	硫酸盐	氯化物	CODMn
CXB1	毛芋湾河	7.50	< 0.009	< 0.01	< 0.001	< 0.00005	< 0.01	29.4	9.06	5.20

根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），结合地表水水样检测数据，现状条件下，矿区地表水样重金属指标及石油类指标指标能够达到规范规定的一级标准要求，气田开采对地表水资源污染程度轻。根据《土壤环境质量建设用

土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）评价矿区 4 件土壤样品，评价区内土壤石油烃类能够达到标准中土壤环境质量评价标准（有机类项目）规定的石油烃类标准（500.00mg/kg）；其他指标能够达到《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中规定的二级标准要求。评价区土壤质量可以满足维护植物生长和人体健康的要求。项目区土壤并未污染，根据收集资料及现场调查，本气田范围内未发生过天然气泄露等突发事件，且开发过程中和运营期会产生一定量的固体废弃物和废水，包括钻井废水、采气废水、岩屑、废气泥浆和落地天然气、生活污水、生活废弃物等都得到了有效处理，因此本气田对土壤污染影响较轻。

综上所述，现状情况下采矿活动基本上对水土环境污染较轻。

2. 矿区水土环境污染预测

根据气田建设计划及开发井位部署论证，未来不在九龙山矿区内部署开发补充井。对水土环境污染主要为气田开采过程中的废弃物以及生活污水。

生活污水主要来自于井场及营地。设管网收集厕所等生活卫生器具排出的污水进入化粪池，化粪池顶部上清液夏季用于站区绿化，固体物定期用车拉走。

气田产生所有废弃物处理方式与现状处理方式一致，均能得到妥善处理。通过采取监测和巡排查等方式可有效规避废水池的失效对水土污染的潜在影响九龙山天然气开采已开发约 31 年，本次采取的地表水样、土样分析，矿区水土受污染程度较轻。

气田多年的运营证明天然气开采基本未污染矿区水土环境，综合而言，预测期采矿活动对水土环境污染程度较轻。

3. 事故风险对水土环境污染分析

四川省四川盆地九龙山气田生产建设过程中常见的可能诱发水土环境污染的事故主要有井漏事故、污水罐泄露、废水外运、管线泄漏事故等。根据川渝地区各气藏已钻井情况统计，出现事故的概率极小。根据近年来在川、渝地区的钻井工程来看，出现事故的几率很低，按照石油化工行业各种事故概率发生概率的

统计平均水平，本项目最大可信事故的几率处于“极少发生”的发生频率范畴，需采取“重视和防范”双重的应对措施。

(1) 事故风险类型

①井漏事故风险影响分析山钻井时要从中空的钻杆中利用压力泵注入泥浆到达钻头，喷出的泥浆能够减少钻头与岩石间的摩擦，并冲刷钻出的岩屑。井漏是钻井中在遇到地质情况复杂地层，泥浆漏失到地下层的空隙中，不能沿井壁冲刷出岩屑。井漏是钻井中常见的问题，如果地层情况复杂，堵漏难度大，可能引发天然气井井涌和井喷。同时大量泥浆进入含水层，引发地下水污染。井漏事故在矿山开采过程中出现的几率非常小，在严把质量关的前提下发生该事故的几率极其小，由于通过地下岩层的阻隔，事故发生后窜层泄露进入地表的量、压力很小。本项目使用聚合物钻井液，无毒，可生物降解，主要成份是水、聚合物、润滑剂等，事故时对水土环境的污染较轻。

②污水罐泄露、废水外运事故风险影响分析

场地内污水罐事故状态对水土环境的影响主要包括废水泄露和外溢，其对水土环境的影响一般有两种途径，一种是泄漏后直接进入地表水；另一种是废水泄漏于地表，由降雨形成的地表径流将受污染的土壤带入水体造成污染。

矿山已建场地内污水罐区域进行硬化处理，少量泄露、外溢不会对周边水土环境产生影响。遭遇大量泄漏、外溢时，通过场地地形地貌和河流沟渠分布情况和污水罐废水储存量分析可知，事故情况下，外溢废水遇降雨时才会对水土环境造成影响。矿山有完善的QHSE管理体系，以及有效的风险管理，经上述收集资料分析，发生事故的概率极低，矿山的事故应急预案，事故工况能及时采取控制措施，确保对水土环境的影响降至最低限度。

③管线泄露事故风险影响分析

管线泄露事故在含水层预测章节已详细叙述。由于外力损伤、地质灾害以及第三方破坏等因素引起井管破裂、套管腐蚀等管道破损造成泄漏。采气作业所产生气田采出水包括气层本身所含的边水、底水等废水，在遭遇各类因素使井管破裂、套管腐蚀等事故工况的条件下，将可能对地下水水质产生一定程度的污染和破坏；如果管道泄漏或爆管点位于地形高点，泄漏量又大时，造成环境污染相对

较大；若泄漏点位于集中饮用水源等环境敏感点附近，造成环境敏感点的污染，则会造成较大社会影响。废水可能会渗入土壤中污染土壤环境，从而对地表农作物或植被的正常生长造成破坏。

（2）事故预防措施

①污水泄露、废水外运事故风险预防措施

污水池、放喷池通过加固池壁和防渗，防止废水泄露。加强平时管理，保证污水池、污水罐内液体有足够空余容积，水位达到池体 80%时应外运处理。可有效防止水体污染

废水外运应加强对罐车司机的培训教育，增强其安全环保意识，明确提出经过沿途河流要严格控制车速，提高警惕，杜绝事故。再发生事故后应及时通报当地环保部门，并积极配合环保部门抢险。

②管线泄露事故风险预防措施

管道设计选线时先开展环境影响评价，坚决避开相应集中饮用水源敏感点、保护区等；严格按安装规范和设计要求进行管道建设，保障工程质量；对管道进行定期巡查；定期对管道进行检测评估；管道运行时，首尾站点保持联系，关注运行压力和出水量变化；与沿途居民保持联系，鼓励其发现问题后及时报告。在气田开采过程中要及时检查处理机械设备，加强对套管的腐蚀、破损情况进行定期监测，同时继续加强对地下水含水层的监测。接到或发现异常情况，立即通知井站停止输送，切断溢油源，作业区及时进行维修；现场组织拦截污染水不流入未污染区域，使污染不扩散；采取围、堵、吸等措施控制影响范围。作业区及时进行维修；现场组织拦截，使不流入未污染区域，污染不扩散；对可能影响水体环境的加强对水体的监测，杜绝水体污染。

三、矿山土地损毁现状与预测评估

（一）土地损毁环节与时序

本项目矿区范围内的地面工程主要包括井场工程、管道工程和道路工程。

1.主要施工工艺

(1) 井场工程

井场工程主要包括钻井工程的钻前作业、设备搬迁、钻井、完井测试和完井搬迁等。

钻井的井位确定后进行钻井作业，以柴油机为动力，通过钻机、转盘，带动钻杆切削地层，同时由泥浆泵经钻杆向井内注入高压泥浆，冲刷井底，将切削下的岩屑不断地带至地面，整个过程循环进行，使井不断加深，直至目的井深。钻井作业为 24 小时连续作业。当钻井钻至产层后，对气井应进行完井测试，即用射孔枪打开产层，用盐酸清洗井筒，用降阻缓速酸酸化产层，测试气井的产量。

(2) 管道工程

管道工程施工包括：线路场地清理、管沟开挖、组装下沟、覆土回填、吹扫、试压清管等工艺。土地损毁主要为管沟开挖环节。

①非穿越工程

施工单位根据施工图纸开展扫线工作，并进行作业带清理，采取沟上焊接或沟下焊接的施工方式进行管道施工。沟上焊机施工时先进行管道焊接，然后开挖管沟埋管并回填，最后进行土地整治和地貌恢复。沟下焊接施工方式则是先开挖管沟，然后管道下沟、焊接、回填，最后进行迹地恢复。

管道以沟埋敷设为主，根据地形、地质条件，采用弹性敷设、现场冷弯管和预制热煨弯头，以适应管道在平面和竖面上的变化。管道采取沟埋敷设，管道施工作业带包括管沟开挖区、堆管场、施工便道及临时堆土堆放区，其中管沟一侧堆放管材，另一侧为临时堆土、施工便道。管道分段施工，即管沟开挖一段，组焊一段，安装一段，回填一段，复垦一段。

②穿越工程

气田管道穿越点主要包括河流及道路，管道穿越道路或小型沟渠工程采用顶管穿越工艺。

a、顶管施工工艺

顶管施工的特点是作业面小，不涉及大开挖，仅施工过程中工作坑、接收坑需少量临时占地，土地损毁面积小。顶管穿越是经放线测量在穿越道路或沟渠两

侧各设一个工作坑。一个作操作工作坑，另一个作接收工作坑，两坑深度比设计管底深 0.5m。工作井及接收井一般临时用地面积约 30m²，为方形（沉井）钢筋混凝土结构，护壁单边厚 0.5m，工作井及接收井施工均为沉井施工工艺。坑上口边设施工临时栏杆，施工结束后拆除。采用液压千斤顶管，在一端操作坑安装顶管设备，放入穿越钢筋混凝土套管，由人工管内掏土，吊车提出操作坑完成套管顶进施工，最后吊车配合吊管机完成铺装工作管，套管与工作管间使用混凝土填充固定。

（3）进场道路

道路工程是气田开采项目的配套工程，主要是为井场工程服务的，一般为钻井井场运输大型设备以及后期的天然气开采而修建的井场道路。

井场道路多为泥结碎石路面，满足车辆通行要求即可。路基工程采用机械施工为主，适当配合人工施工的方案。石方开挖可以考虑采用采用大型机械加松土器开挖序。路堑边坡开挖以机械开挖为主，边坡防护以人工为主。

道路施工首先要清除地表植被，然后在道路两侧开挖边沟，并进行原地面碾压，并在必要地区设置截水、排水设施。路基填方所需填料可就近利用挖方石料或者外运碎石来填筑路堤，挖方中以砂岩为主，挖出的石方对其进行加工破碎，使其粒径大小规格应符合规范要求，才能保证施工压实度。路堤均应分层填筑，分层压实。每层铺填厚度应根据压实机械类型和规格确定，每层碾压后的厚度不应超过 300mm。

井场道路挖方边坡在施工时严禁超挖，都应距开挖边线一定的距离，剩余部分由人工自上而下进行边坡修整。挖方边坡在施工时，每挖深 2~3m，就应自上而下进行人工边坡修整，然后再继续向下开挖，再进行人工边坡修整，不得在整个挖方深度完成后才修整边坡。大挖方在施工时特别应注意边坡坡度，道路工程在残破积层区域开挖边坡坡率 1: 1（自然放坡）~1: 0.75（护坡措施）；崩坡积层区域开挖边坡坡率为 1:0.5，在地形陡峭且基岩出露的路段开挖边坡坡率为 1: 0.3。路堤边坡一般采用 1: 1.5，在地面横坡陡于 1: 5 的斜坡地段上修筑路堤，地面应挖成台阶，宽度不小于 2m，向内倾斜 2%-4%的直线坡。

2.土地损毁环节与时序

九龙山气田特点为用地点多、面广、外输管线长，单宗用地面积较少。根据同类型建设项目开采建设方案及施工工艺等综合分析，气田井场、道路工程、管道及其它基础设施建设会对项目区土地进行挖损、压占，造成土地损毁。根据气田开采项目的施工特点，项目建设对土地损毁主要表现为：钻前作业、钻井作业、道路修建、管沟开挖和堆管对土地造成的挖损、压占和污染损毁。其土地损毁环节与时序见图 3.3-1。

井场损毁土地是临时工程对土地的破坏、压占等损毁占地，主要包括井架基础外的用地、临时堆土场、废水池、泥浆储备罐区、油水罐区、放喷坑、边角地、施工工区等。临时用地主要是对土地的压占、破坏。

图 3.3-1 项目区土地损毁环节和时序图

根据项目区土地损毁环节和时序图，结合项目区生产建设的实际情况，项目区的土地损毁环节主要体现在井场工程、管道工程和道路工程 3 个环节。

(1) 井场工程

钻前工程先进行场地平整，修建油水罐区基础、废水池和放喷坑等，会对土地造成挖损和压占损毁。钻井过程中油污滴漏可能会对土地造成污染损毁，钻井期间产生的钻井废水、钻井废泥浆和钻井岩屑进入井场旁经过防渗处理的废水池

中，完井后钻井废水罐车拉运处理，钻井固体废弃物在池内进行固化填埋，最大限度的减少了钻井废弃物对土地的污染损毁。该环节的土地损毁形式为挖损和压占损毁。

(2) 道路工程

道路工程是井场工程的配套工程，主要用于井场基础建设时设备的拉运，以及建站后井站生活物资的运送和气田水的拉运。道路工程修建时需要剥离表土、平整土地、夯实路基，因此该环节的土地损毁形式为挖损和压占损毁。

(3) 管道工程

管道工程施工包括：管沟开挖、组装下沟、覆土回填、吹扫、试压清管等工艺。管道采取沟埋敷设，管道施工作业带包括管沟开挖区、堆管场、施工便道及临时堆土堆放区。该环节的土地损毁形式为挖损和压占损毁。土地损毁和压占主要为管道作业带宽度范围。项目区土地损毁环节与时序详见表 3.3-1。

表 3.3-1 项目区土地损毁时序表

工程类型	损毁环节	损毁类型	损毁时序
道路工程	井场道路	挖损、压占	1989-2009
井场工程	井场及基础设施建设	挖损、压占	1989-2009
	钻井作业	压占	1989-2009
管道工程	管道施工	挖损	1989-2010

(二) 已损毁各类土地现状

1、井（站）场工程

截止 2020 年 3 月，矿权范围内勘探、开采过程已建设完成井场 12 座，勘探井、生产井等各类井口 12 口，站场 3 座，净化厂 1 座，其中 4 座井场、配套设施及进场道路废弃。井场用地包括永久占地和临时占地两部分。井场永久用地为井场的主体部分，主要用于摆放钻机、配套设施等作业用地。井场临时用地包括水池、放喷池和施工生活区等用地。通过对现场勘查、访问、资料收集，并结合土地利用现状图，确定每个井场的已损毁面积以及损毁地类。

根据统计，气田井（站）场工程已损毁土地面积 10.9284hm²，其中永久用地

面积 9.3684hm²，临时用地面积 1.56hm²。项目区压占损毁土地类型以耕地、林地为主。气田典型井场平面布局图见图 3.3-2。井场已损毁土地情况详见表 3.3-2。

井场已复垦范围为井站场临时用地，剩余井场及配套进场道路将根据后期复垦计划进行。矿区井站场地已复垦土地面积 1.56hm²，复垦方向基本为原土地利用类型，采用的复垦措施主要为拆除工程、场地清理、培肥翻耕、土地平整等措施。

通过现场查看，已复垦的井场工程用地多恢复为水田、旱地、草地、乔木林地和其他林地，已复垦耕地地势平坦，地面坡度 3°~6°之间，土壤砾石含量小于 5%，配套设施相对完善，矿区农民已经在利用复垦土地进行耕种，和周边地类连成一片，土地经过管护及多年的恢复，已接近或达到原生产能力，土地质量和作物产量也接近周边土地，土复垦效果良好。



照片 3.3-1 生产井复垦现状



照片 3.3-2 勘探井现状（井口封闭）



照片 3.3-3 井场临时用地复垦施工



照片 3.3-4 井场临时用地已复垦效果

表 3.3-2 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目井（站）场工程已损毁土地统计表

井场名称	行政区划	权属单位	永久占地类型及面积						临时占地类型及面积					合计占地	已复垦	拟复垦						损毁类型
			灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计			灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计	
龙 1	雍河乡	白云村					0.0633	0.0633				0.0100	0.0100	0.0733	0.0100					0.0633	0.0633	挖损、压占
	雍河乡	松光村					0.0137	0.0137						0.0137						0.0137	0.0137	挖损、压占
龙 8 井	新观乡	伏龙村		0.2589			0.0170	0.2758	0.1200			0.0400	0.1600	0.4358	0.1600		0.2589			0.0170	0.2758	挖损、压占
龙 9 井	新观乡	苟英村		0.2638		0.0060	0.0004	0.2702	0.1000				0.1000	0.3702	0.1000		0.2638		0.0060	0.0004	0.2702	挖损、压占
龙 10 井	新观乡	伏龙村			0.1602		0.1279	0.2881		0.0900		0.0400	0.1300	0.4181	0.1300			0.1602		0.1279	0.2881	挖损、压占
龙 12、14 井	新观乡	苟英村	0.0111				0.2878	0.2989				0.0400	0.0400	0.3389	0.0400	0.0111				0.2878	0.2989	挖损、压占
龙 15 井	新观乡	轿顶村		0.2459		0.0275		0.2734	0.0500				0.0500	0.3234	0.0500		0.2459		0.0275		0.2734	挖损、压占
龙 16 井	新观乡	五柏村					0.2468	0.2468	0.0600				0.0600	0.3068	0.0600					0.2468	0.2468	挖损、压占
	新观乡	向阳村					0.5113	0.5113				0.0300	0.0300	0.5413	0.0300					0.5113	0.5113	挖损、压占
龙 002-H2	新观乡	苟英村					0.2564	0.2564				0.1000	0.1000	0.3564	0.1000					0.2564	0.2564	挖损、压占
龙 002-4 井	新观乡	向阳村		0.3046			0.0574	0.3620	0.0900				0.0900	0.4520	0.0900		0.3046			0.0574	0.3620	挖损、压占
龙 002-9-1 井	新观乡	向阳村				0.6444	0.0902	0.7347			0.1000	0.0200	0.1200	0.8547	0.1200				0.6444	0.0902	0.7347	挖损、压占
新观首站 (龙 4、13 井)	新观乡	轿顶村					0.0535	0.0535				0.0300	0.0300	0.0835	0.0300					0.0535	0.0535	挖损、压占
	新观乡	五柏村			0.2545			0.2545		0.0900			0.0900	0.3445	0.0900				0.2545		0.2545	挖损、压占
	新观乡	向阳村					0.1508	0.1508					0.1508							0.1508	0.1508	挖损、压占
龙王首站	龙王镇	健康村				0.4524	0.4524			0.1100		0.1100	0.5624	0.1100				0.4524		0.4524	挖损、压占	
龙王配气站	龙王镇	市场村		0.2364			0.2364						0.2364				0.2364			0.2364	挖损、压占	
九龙山净化 厂	漓江镇	琴溪村					1.5673	1.5673				0.2300	0.2300	1.7973	0.2300					1.5673	1.5673	挖损、压占
	新观乡	梓潼村		1.3246			1.7343	3.0589				0.2100	0.2100	3.2689	0.2100		1.3246			1.7343	3.0589	挖损、压占
总计			0.0111	2.6342	0.4147	1.1303	5.1781	9.3684	0.4200	0.1800	0.2100	0.7500	1.5600	10.9284	1.5600	0.0111	2.6342	0.4147	1.1303	5.1781	9.3684	

图 3.3-2 井场典型平面布置图

2、管道工程

气田已建设输气管线 13 条，共 82.14km。敷设方式均为地下敷设，已建管线全部为临时用地，均已完成施工和复垦工作。施工过程中损毁土地类型为水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地等。管线施工方式采用开挖沟埋的敷设方式，管沟开挖平均深度 1-2m，管道施工作业带包括管沟开挖区、堆管场、施工便道及临时堆土堆放区，其中管沟一侧堆放管材，另一侧为临时堆土、施工便道。施工作业带宽度水田段 12m、旱地段 10m、林地 8m。

气田各类管线敷设方式均为开挖管沟、地下敷设，管线用地全部为临时用地，复垦主要措施为土地平整、表土回填和土壤培肥、播撒草籽等。根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的相关要求，管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，除管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地未复垦为原土地利用类型外，其余临时用地均已完成复垦工作，复垦面积为 47.8068hm²，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地目前恢复为草地，在闭井后才能开展植被重建。已复垦土地经过近 10-30 年的恢复，与周边农作物长势无异；各输气管线已损毁用地情况详见表 3.3-3。已复垦管道的复垦效果如下照片所示。

图 3.3-3 施工作业带组成图



照片 3.3-5 南干线接入管道复垦效果照片



照片 3.3-6 龙 002-4 至新观首站管道复垦效果



照片 3.3-7 龙 002-1 至新观首站管道复垦效果



照片 3.3-8 新白线管道复垦效果

3、道路工程

气田所在地区道路网密度较大，矿山在充分利用原有道路体系的同时，针对井场站修建进场道路。进场道路为建井及生产期内保证通往井场的各型车辆安全通行，并能满足抢险车辆通行的新建或扩建道路。根据现场实测及访问，进场道路路面宽 3.5-4.0m，多为泥结碎石结构，道路修筑时两侧临时压占土地宽度各 1m。

项目区道路工程主要是与井场建设配套的井场道路，进场道路占地 0.4465hm²，道路已复垦面积土地面积 0.092hm²。其中，进场道路临时用地在施工结束后及时进行复垦，恢复为原土地利用现状，采用的复垦措施主要为场地清理、土地平整、土壤培肥等，已复垦土地农作物、林草恢复良好。根据调查及访问，为了充分利用资源，避免再次扰动环境，经地方乡镇、村与复垦义务人沟通协商，大部分井场进场道路永久占地已由地方进行了水泥硬化，作为乡村路网使用，提升矿区乡村交通条件。

表 3.3-3 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目管道工程已损毁土地统计表—苍溪县

序号	管线名称	权属单位名称	占地类型及面积						
			公路用地	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计
1	龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点	天宝村					0.0000	0.0456	0.0456
		向阳村			0.1117		0.2398	0.2041	0.5556
2	龙 002-9-1 井至新观首站	天宝村			0.0058		0.0000	0.1687	0.1745
		向阳村					0.0834	0.0151	0.0985
3	龙 002-H2 至龙 9 井	苟英村			0.5032		0.1079	0.6534	1.2644
4	龙 10 井至新观首站	苟英村			0.5855	0.0438	0.1596	1.4432	2.2321
		健康村		0.0736	0.8504		0.9588	0.6238	2.5066
		箭口村		0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570
		轿顶村					0.0000	1.1233	1.1233
		楼门村					0.0349	0.2405	0.2754
		市场村		0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306
		天宝村	0.0735		1.1690		0.9888	2.6887	4.9200
		五柏村					0.0000	0.3180	0.3180
5	龙 15 井至龙 12 井	向阳村			0.1859		0.1286	0.9072	1.2216
		白云村					0.0000	0.2930	0.2930
		苟英村			0.4702	0.0143	0.0000	0.2188	0.7033
6	龙 16 井至新观首站	轿顶村			0.1780		0.0573	0.1692	0.4045
		五柏村			0.2275	0.0558	0.0267	0.2374	0.5474
7	龙 12 至新观首站	向阳村					0.0559	0.1006	0.1565
		苟英村			0.5855	0.0438	0.1596	1.4432	2.2321
		健康村		0.0736	0.8504		0.9588	0.6238	2.5066
		箭口村		0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570
		轿顶村					0.0000	1.1233	1.1233
		楼门村					0.0349	0.2405	0.2754
		市场村		0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306
		天宝村	0.0734		1.1690		0.9888	2.6887	4.9200
		五柏村					0.0000	0.3180	0.3180
8	龙 1 井至龙 15 井	向阳村			0.1859		0.1286	0.9072	1.2216
		轿顶村			0.3002		0.4884	0.1874	0.9759
9	龙 9 井至北干线 3 阀井	松光村					0.0115	0.0679	0.0794
		苟英村			0.4677		0.1352	0.7340	1.3369
10	龙 9 井至新龙线 T 接点	苟英村			0.0106		0.0426	0.1875	0.2407
11	南干线	伏龙村			0.0000		0.0000	0.0954	0.0954
		健康村			0.1960		0.3553	0.1855	0.7368
		箭口村			1.1290		0.8368	0.8107	2.7765
		轿顶村			0.0000		0.0000	1.6185	1.6185
		天宝村	0.0481		1.2178		1.8799	2.2056	5.3515

		向阳村			0.3267	0.2507	0.8486	0.7284	2.1543
		梓潼村			0.0736		0.7021	0.1592	0.9350
12	新白线-苍溪	白云村			0.5717		0.7109	1.0914	2.3740
		苟英村		0.0857	0.6471	0.1129	0.1868	1.0071	2.0397
		花坪村		0.5778	0.5689		1.4465	0.6660	3.2592
		轿顶村			0.0000		0.0000	0.2120	0.2120
		乐园村			0.7422		1.6454	0.6046	2.9922
		桃园村			0.6176		1.0282	2.3820	4.0278
		五柏村			0.1108	0.0878	0.0452	0.3173	0.5611
		13	新龙线	健康村		0.0736	0.8504		0.9588
箭口村				0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570
轿顶村					0.0000		0.0000	0.0230	0.0230
楼门村					0.0000		0.0349	0.2405	0.2754
市场村				0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306
天宝村	0.0735				1.1690		0.9888	2.6887	4.9200
五柏村					0.0000	0.0781	0.0000	0.2008	0.2788
向阳村					0.1859		0.1286	0.8291	1.1435
总计			0.2686	1.8046	17.7784	0.6871	23.7333	38.3421	82.6141

表 3.3-4 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目管道工程已损毁土地统计表—旺苍县

序号	管线名称	权属单位名称	土地损毁类型						小计
			公路用地	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	
1	新白线-旺苍	白水村			0.3753	0.1330	0.3640	1.9374	2.8096
		大埝村			0.6357		2.0488	1.5784	4.2629
		光明村			0.8392		2.0623	1.9180	4.8196
		桥河村			0.6107		0.2378	1.9513	2.7998
		同心村			0.0000		0.0000	0.3653	0.3653
		中院村			0.3247		2.5627	1.7143	4.6017
总计					2.7856	0.1330	7.2756	9.4646	19.6589

表 3.3-5 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目管道工程已损毁土地统计表

序号	行政区划	管线名称	权属单位名称	占地类型及面积						
				公路用地	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计
1	苍溪县	龙 002-4 井至龙 002-9-1 管线 T 接点	天宝村					0.0000	0.0456	0.0456
			向阳村			0.1117		0.2398	0.2041	0.5556
2		龙 002-9-1 井至新观首站	天宝村			0.0058		0.0000	0.1687	0.1745
			向阳村					0.0834	0.0151	0.0985
3		龙 002-H2 至龙 9 井	苟英村			0.5032		0.1079	0.6534	1.2644
4		龙 10 井至新观首站	苟英村			0.5855	0.0438	0.1596	1.4432	2.2321
			健康村		0.0736	0.8504		0.9588	0.6238	2.5066
			箭口村		0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570
			轿顶村					0.0000	1.1233	1.1233
			楼门村					0.0349	0.2405	0.2754
			市场村		0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306
	天宝村		0.0735		1.1690		0.9888	2.6887	4.9200	
	五柏村						0.0000	0.3180	0.3180	
5	龙 15 井至龙 12 井	向阳村			0.1859		0.1286	0.9072	1.2216	
		白云村					0.0000	0.2930	0.2930	
		苟英村			0.4702	0.0143	0.0000	0.2188	0.7033	
6	龙 16 井至新观首站	轿顶村			0.1780		0.0573	0.1692	0.4045	
		五柏村			0.2275	0.0558	0.0267	0.2374	0.5474	
7	龙 12 至新观首站	向阳村					0.0559	0.1006	0.1565	
		苟英村			0.5855	0.0438	0.1596	1.4432	2.2321	
		健康村		0.0736	0.8504		0.9588	0.6238	2.5066	
		箭口村		0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570	
		轿顶村					0.0000	1.1233	1.1233	
		楼门村					0.0349	0.2405	0.2754	
		市场村		0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306	
		天宝村	0.0734		1.1690		0.9888	2.6887	4.9200	
8	龙 1 井至龙 15 井	五柏村					0.0000	0.3180	0.3180	
		向阳村			0.1859		0.1286	0.9072	1.2216	
9	龙 9 井至北干线 3 阀井	轿顶村			0.3002		0.4884	0.1874	0.9759	
		松光村					0.0115	0.0679	0.0794	
10	龙 9 井至新龙线 T 接点	苟英村			0.4677		0.1352	0.7340	1.3369	
11	南干线	苟英村			0.0106		0.0426	0.1875	0.2407	
		伏龙村			0.0000		0.0000	0.0954	0.0954	
		健康村			0.1960		0.3553	0.1855	0.7368	
		箭口村			1.1290		0.8368	0.8107	2.7765	

			轿顶村			0.0000		0.0000	1.6185	1.6185
			天宝村	0.0481		1.2178		1.8799	2.2056	5.3515
			向阳村			0.3267	0.2507	0.8486	0.7284	2.1543
			梓潼村			0.0736		0.7021	0.1592	0.9350
12		新白线-苍溪	白云村			0.5717		0.7109	1.0914	2.3740
			苟英村		0.0857	0.6471	0.1129	0.1868	1.0071	2.0397
			花坪村		0.5778	0.5689		1.4465	0.6660	3.2592
			轿顶村			0.0000		0.0000	0.2120	0.2120
			乐园村			0.7422		1.6454	0.6046	2.9922
			桃园村			0.6176		1.0282	2.3820	4.0278
			五柏村			0.1108	0.0878	0.0452	0.3173	0.5611
13		新龙线	健康村		0.0736	0.8504		0.9588	0.6238	2.5066
			箭口村		0.2476	0.5036		0.9610	1.0448	2.7570
			轿顶村			0.0000		0.0000	0.0230	0.0230
			楼门村			0.0000		0.0349	0.2405	0.2754
			市场村		0.0592	0.0015		1.0878	0.1821	1.3306
			天宝村	0.0735		1.1690		0.9888	2.6887	4.9200
			五柏村			0.0000	0.0781	0.0000	0.2008	0.2788
			向阳村			0.1859		0.1286	0.8291	1.1435
14	旺苍县	新白线-旺苍	白水村			0.3753	0.1330	0.3640	1.9374	2.8096
			大埝村			0.6357		2.0488	1.5784	4.2629
			光明村			0.8392		2.0623	1.9180	4.8196
			桥河村			0.6107		0.2378	1.9513	2.7998
			同心村			0.0000		0.0000	0.3653	0.3653
			中院村			0.3247		2.5627	1.7143	4.6017
总计				0.2686	1.8046	20.5640	0.8201	31.0089	47.8068	102.2730

备注：根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的相关要求，管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，为了确保管线的安全，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地目前恢复为草地，在闭井后开展植被恢复重建，损毁的其余土地已恢复了原土地利用现状。

表 3.3-6 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目井（站）场配套道路工程已损毁土地统计表

道路所属井站	永久占地类型及面积					临时占地类型及面积					合计占地	已复垦	拟复垦					
	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计			农村道路	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计
龙 1 井				0.0400	0.0400				0.0104	0.0104	0.0504	0.0104	0.0400					0.0400
龙 8 井																		
龙 9				0.0447	0.0447				0.0101	0.0101	0.0548	0.0101					0.0447	0.0447
龙 10 井		0.0303	0.0014		0.0317		0.0107			0.0107	0.0424	0.0107			0.0303	0.0014		0.0317
龙 12, 14				0.0310	0.0310				0.0083	0.0083	0.0393	0.0083	0.0310					0.0310
龙 15 井			0.0050	0.0427	0.0477				0.0077	0.0077	0.0554	0.0077	0.0477					0.0477
龙 16	0.0277				0.0277	0.0090				0.0090	0.0367	0.0090		0.0277				0.0277
龙 002-H2 井	0.0433				0.0433	0.0106				0.0106	0.0539	0.0106	0.0433					0.0433
龙 002-4				0.0263	0.0263				0.0094	0.0094	0.0357	0.0094	0.0263					0.0263
龙 002-9-1 井				0.0332	0.0332				0.0078	0.0078	0.0410	0.0078					0.0332	0.0332
新观首站（龙 4）				0.0294	0.0294				0.0080	0.0080	0.0374	0.0080	0.0294					0.0294
龙王首站																		
龙王配气站																		
九龙山净化厂																		
合计	0.0709	0.0303	0.0064	0.2470	0.3545	0.0196	0.0107		0.0617	0.0920	0.4465	0.0920	0.2174	0.0277	0.0303	0.0014	0.0778	0.3546

4、土地损毁程度分析

鉴于天然气项目用地具有点多、面广、线长、单宗用地面积较小和不确定性等特点，遵循简约的原则，按用地类型采用定性分析法对土地损毁程度进行了分析。本方案把土地损毁等级分为 3 级：I 级(轻度损毁)、II 级(中度损毁)、III 级(重度损毁)。

(1) 井场工程

井站平台永久用地使用时间一般较长，地表层铺以碎石压实而成，部分区域用混凝土进行固化，损毁了地表土壤和植被，使土壤中混入了砾石，改变了原始地貌形态和地表结构，建设过程中材料的堆放、车辆的运行及设施的修建等，进一步损毁土地。故将其确定为 III 级（重度损毁）。

井场临时用地只是局部受到压占，且压占时间较短，井场建设完毕后只需进行土地平整、培肥和农作物种植等复垦措施即可，将其确定为 I 级（轻度损毁）。

(2) 管道工程

集输管线均采用开挖沟埋方式，管线铺设开挖扰动了土地的结构，改变了土壤的性能，容易造成水分的渗透和养分的流失。但在施工过程中采用了分层开挖、分层回填的预防控制措施，待管线放置后及时回填熟土，适当加以土地平整、培肥等措施即可恢复原有土地功能，将其确定为 II 级(中度损毁)。

(3) 道路工程

道路永久用地的挖损与压占，严重损毁了地表土壤和植被，改变了原始地貌形态和地表结构，且损毁时间较长，将其确定为 III 级(重度损毁)。道路修建时的临时用地只是局部受到压占，且压占时间较短，道路修建完毕后即进行复垦，采取土地平整、培肥和农作物种植等复垦措施，将其确定为 I 级（轻度损毁）。

表 3.3-7 气田土地损毁程度表

土地损毁单元		损毁形式	损毁程度
井场工程	永久占地	挖损、压占	重度
	临时占地	挖损、压占	轻度
管道工程	临时占地	挖损、压占	中度
道路工程	永久占地	挖损、压占	重度
	临时占地	挖损、压占	轻度

（三）拟损毁土地预测与评估

根据气田开发利用方案，九龙山气田须家河组、飞仙关组气藏以现有气井生产，后期未规划部署钻井等地面设施。不新增拟损毁土地。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1. 分区原则及方法

(1) 分区原则

① 区内相似，区间相异的原则

根据评估区内矿山地质环境问题的分布特征及矿山地质环境影响程度的评估结果划分不同级别的防治区。同级防治区内的矿山地质环境问题的严重程度应相似。同时可根据同级区内矿山地质环境问题类型的差异，进一步细分为亚区。

② 重点突出的原则

在进行矿山地质环境保护与治理恢复分区时，应突出防治的重点区域和重点矿山地质环境问题，重点区域优先治理。

③ 因地制宜的原则

应针对不同的矿山地质环境问题类型、特征及其危害程度和该区域具体的自然条件，提出相对应的防治措施，因地制宜，用最小的投入获得最大的治理效果。

(2) 分区方法

根据上文所述，现状条件下气田地质灾害影响程度较轻；气田建设对原地地形地貌景观等影响和破坏严重；气田建设对含水层的影响和破坏较轻；对水土环境污染较轻；气田采气井场地及道路累计占压土地面积大于耕地指标 2hm^2 ，所以井场及进场道路建设对土地资源影响和破坏严重，考虑到管道工程为临时占地，已全部完成了土地复垦，尽可能恢复到原土地利用类型，故管道工程以及其他未扰动区域对土地资源的破坏为较轻，综合而言，现状评估矿山地质环境影响程度为严重、较轻。预测条件下气田范围内遭受地质灾害危害的可能性小；气田建设对原地地形地貌景观等影响和破坏较轻；气田建设对评估区内的地表水及地下含水层的影响和破坏较轻；对水土环境污染较轻；土地资源损毁程度较轻。

根据现状条件下、预测条件下矿山地质环境影响程度的严重性，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 F，将四川省四

川盆地九龙山天然气开采项目分为重点防治区和一般防治区。

表 3.4-1 矿山地质环境治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻√
严重√	重点区	重点区	重点区√
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻√	重点区	次重点区	一般区√

2. 矿山地质环境治理分区

根据以上原则和方法，将四川省四川盆地九龙山天然气开采项目分为重点防治区和一般防治区，主要防治内容为地形地貌景观和土地资源的压占破坏等。

(1) 重点防治区

重点防治区主要是评估区内矿山开采及配套地面工程设施建设区域，总面积约 38.46hm²。主要存在的矿山地质问题是井站场及道路永久占地对土地资源的挖损和压占破坏，并区内原有地形地貌景观影响和破坏程度严重。

针对矿山地质环境问题的类型、特征及其危害，该区应严格按本方案要求，进行重点治理和防护，主要采取以下防治措施：主要对边坡、含水层、地形地貌景观、土地资源以及水土污染的影响情况进行监测。

(2) 一般防治区

一般防治区为评估区内重点防治区以外的区域，面积约 3433.50hm²。该区域基本没有矿山地质环境问题，需加强对输气管线陡坎、陡坡位置的监测。

表 3.4-2 九龙山天然气开采矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

防治分区				防治措施建议
代号	名称	面积 (hm ²)	分布	
I	重点防治区	38.46	矿山开采涉及的井场及配套道路等区域	①监测井场、道路斜坡区域及既有边坡防治工程；②对压占区域的土地进行复垦，植被恢复，优化土地利用结构，统一规划，分期复垦。

II	一般防治区	3433.50	管道工程及其他未扰动区域	管道工程为临时占地，建设完成后及时进行了土地复垦，管道陡坎、陡坡位置采取了工程防护措施，一般防治区基本没有矿山地质环境问题。本区重点对输气管线陡坎、陡坡位置的监测。
----	-------	---------	--------------	--

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目，土地共涉及四川省苍溪县新观乡、桥溪乡、漓江镇、石灶乡和雍河镇 5 个乡镇，此外外输管线还涉及四川省苍溪县三川乡和旺苍县枣林乡，以上均为集体单位。复垦区为永久用地和临时用地共同构成的区域，面积合计 113.6479hm²，其中永久用地面积 9.7229hm²，临时用地面积 103.9250hm²，已复垦面积为 56.1183hm²，需复垦总面积 57.5297hm²，包括对管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地、耕地在闭井后开展植被重建。已复垦的面积未最终验收，需继续进行复垦后的监测管护，已复垦面积纳入复垦责任范围。本项目的复垦责任范围面积与复垦区面积一致。故本次复垦的责任范围共计 113.6479hm²。复垦责任范围面积统计详见表 3.4-3。

表 3.4-3 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目复垦责任范围面积统计表

单元	苍溪			旺苍	总计	
	井场	道路	管线	管线		
合计	10.9284	0.4465	82.6141	19.6589	113.6479	
已复垦	1.56	0.092	44.2720	10.1942	56.1182	
小计	9.3684	0.3546	38.3421	9.4646	57.5296	
拟复垦	灌木林地	0.0111			0.0111	
	旱地	2.6342	0.0277		2.6618	
	其他林地	0.4147	0.0303		0.4450	
	水田	1.1303	0.0014		1.1317	
	乔木林地	5.1781	0.0778	38.3421	9.4646	53.0626
	农村道路		0.2174			0.2174

备注：根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》要求，管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，为了确保管线的安全，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地目前恢复为草地，在闭井后开展植被重建。

(三) 土地类型与权属

参照土地利用现状分类（GB/T 21010-2017），以苍溪县、旺苍县土地利用现状图为底图，确定复垦区土地利用现状。复垦区土地权属不存在争议，集体所有土地各村明确了每户土地承包人的土地承包经营状况。矿区土地权属清楚，无争议。

表 3.4-4 复垦区土地类型统计表

一级类		二级类		面积(hm ²)	占总面积比例(%)	
1	耕地	101	水田	32.3556	28.47%	49.33%
		103	旱地	23.7087	20.86%	
3	林地	307	其他林地	1.4557	1.28%	50.43%
		301	乔木林地	54.0435	47.55%	
		305	灌木林地	1.8157	1.60%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.2686	0.24%	0.24%

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

根据前述，矿山目前存在的主要矿山地质环境问题是地形地貌损毁和土地资源压占。针对矿区存在矿山地质环境问题，可以采取相应的措施逐步修复受损的地形地貌景观和土地资源。同时，设计矿山地质环境监测点对矿区含水层破坏、土地资源与地形地貌景观、土壤污染进行监测。

气田修建场站、管道等设施时均已采取对地质环境治理的保护措施，措施为一般性技术措施，治理难度小、技术成熟。拟采取的地质环境治理措施主要为矿山地质环境监测工程，监测工程难度小、技术成熟，因此矿山地质环境治理技术可行。

（二）经济可行性分析

对矿山地质环境治理的措施主要为矿山地质环境监测工程，工程成本较低，远不及矿山开采产生的经济效益，因此经济可行。

（三）生态环境协调性分析

矿山地质环境保护与土地复垦工程主要是治理由于矿山开采造成的矿山地质环境与土地损毁问题，修复受损的生态环境，使水环境、土地利用状况、生态环境逐渐恢复到原有状态。

气田开采过程中受地质灾害的威胁和诱发地质灾害的危险性小，所采取的工程措施主要是修复地形地貌景观、恢复土地利用情况，对地表水和地下水环境进行监测，对土地资源与地形地貌景观进行监测，对土壤污染进行监测，治理目标是恢复为原有土地利用状况，使之与周边土地利用相协调。

通过以上分析，矿山地质环境治理在生态环境协调性方面是可行的。

二、矿山土地复垦可行性分析

(一) 复垦区土地利用现状

参照土地利用现状分类（GB/T 21010-2017），以项目所在四川省苍溪县、旺苍县土地利用现状图为底图，在实地踏勘的基础上确定复垦区土地利用现状。复垦区主要土地利用类型为耕地、林地等。复垦区土地利用现状统计详见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积(hm ²)	占总面积比例	
1	耕地	101	水田	32.3556	28.47%	49.33%
		103	旱地	23.7087	20.86%	
3	林地	307	其他林地	1.4557	1.28%	50.43%
		301	乔木林地	54.0435	47.55%	
		305	灌木林地	1.8157	1.60%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.2686	0.24%	0.24%

(二) 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据土地利用总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。

1. 评价原则

(1) 符合土地利用总体规划，并与其它规划相协调

土地利用总体规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整理、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合土地利用总体规划，同时也应与其他规划相协调。

(2) 因地制宜原则

待复垦土地利用受外部环境与内在质量等多种条件制约，造成在改造利用方向和方式上有很大差别。因此，必须因地制宜确定待复垦土地资源利用方向，既要分析研究土壤、气候、地貌、水资源等自然因素的状况，又要分析研究矿区区

位、种植习惯、社会需求等社会经济因素的状况，同时还要考虑被破坏土地的类型和破坏程度。做到因地制宜、扬长避短，充分挖掘资源潜力，提高土地利用效率，真正实现土地资源的集约节约利用。

(3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

在确定被破坏土地复垦利用方向时，除符合当地的土地利用总体规划要求外，还应当首先考虑其可垦性和综合效益，即根据被破坏土地的质量是否适宜为某种用途的土地，复垦资金投入与产出的经济效益相比是否为最佳，复垦产生的效益是否为最好。在评价被破坏土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性具体条件确定其利用方向，不能强求一致，在可能的情况下，用地仍然优先考虑复垦为农业用地，尤其是耕地，以贯彻保护耕地的基本国策。

(4) 主导性限制因素与综合平衡原则

影响土地复垦适宜性的限制因素很多，如降水、光照、低洼积水、坡度、排灌条件、土壤质地等，必须综合考虑。同时各构成因素对土地质量所起的作用并不是均等的，其中对土地利用起主导作用的因素为主导因素，这些主导因素是影响复垦利用的决定性因素，应按主导因素确定其适宜的利用方向。

(5) 复垦后土地可持续利用原则

矿区土地损毁是一个长期的动态过程，而基于土地损毁的土地复垦适宜性评价也是具有动态性。因此土地复垦适宜性评价结果不具有唯一性，而应当根据采矿和复垦技术的发展、复垦土地的自然演化、社会需求的调整等提出不同阶段的复垦目标。同时，土地复垦还应符合可持续发展原则，应保证所选土地利用方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用或二次污染等问题。

(6) 经济可行、技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作的顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

(7) 社会因素和经济因素相结合原则。

复垦土地的评价，一方面要考虑社会因素，如种植习惯、权属人意愿、社会需求等，另一方面也要考虑经济因素，如生产力水平、生产布局等。确定损毁土地复垦方向需综合考虑矿区社会和经济因素。

2.评价依据

(1) 相关法律法规和规划

《土地复垦条例实施办法》（2019年修正）；
《土地复垦条例》（2011年）；
《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；
《苍溪县土地利用总体规划》（2006年-2020年）；
《旺苍县土地利用总体规划》（2006年-2020年）。

(2) 相关规程和标准

《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1007-2003）；
《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）。

3.评价特殊性

经现场勘查，发现四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿区范围较大，具有用地点多、面广、线长、分散性，单宗用地面积较少。气田项目的适宜性分析与一般土地复垦适宜性评价存在差异性，具有特殊性。

(1) 评价单元多，零星分布，不成片

由于气田项目用地点多，线长，特别是对于线状的集输管道，很难依据评价单元的划分原则进行单元的划分。

(2) 评价标准难以确定

由于气田项目的跨度较大，面广，很难确定一套或几套适合全部矿区的评价标准。

(3) 评价指标难以选择

矿区范围较大，不同地区限制其土地利用的因素有所不同，很难选择恰当的主导因素。

4. 复垦方向的初步确定

(1) 原土地利用类型分析

根据土地损毁预测分析可知，气田生产建设过程中损毁的土地为水田、旱地、

乔木林地等。根据优先复垦为原土地利用类型的原则，并且通过对矿山已复垦用地的恢复状况调查，拟将损毁土地优先复垦为原土地利用类型。

（2）国家政策及区域规划限制因素分析

根据《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）、《土地复垦条例》（2011）的文件精神，并依据四川省苍溪县、旺苍县土地利用总体规划中的规划方向，结合当地的实际情况，同时考虑复垦区周边土地利用方式，拟选定原地类为复垦首选方向。

（3）技术可行性分析

对矿区已复垦土地分析，目前所采用的复垦措施所达到的复垦效果良好，能满足水田、旱地、乔木林地的复垦质量要求，故从技术角度上看，目前所采用的复垦措施能够满足复垦的相关质量要求。

（4）公众参与因素分析

本复垦方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，展开了公众参与调查。积极听取及矿区公众的意见，这对复垦适应性评价工作的开展具有十分重要的意义。具体公众调查方式和结果分析详见第8章。

综合以上因素分析，初步确定复垦区待复垦土地的复垦方向为水田、旱地、乔木林地等。

5.评价单元划分

（1）划分方法

评价单元是土地复垦适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。划分的评价单元应体现单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据矿区的具体情况来决定。考虑到四川省四川盆地九龙山天然气开采项目开发现状、生产工艺流程、生产进度以及土地损毁类型和程度，同时结合矿区土地利用总体规划，本矿区土地复垦适宜性评价单元的划分采用以生产用地类型和性质的不同作为划分评价单元的依据。

（2）划分结果

根据上述，本着因地制宜原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，结合土地利用总体规划，在

经济可行、技术合理的条件下，确定复垦区内拟复垦土地复垦方向最终为旱地、水田、乔木林地、灌木林地、其他林地等。根据评价单元的土地损毁类型和程度类型，划分复垦单元。并从工程施工角度考虑，将采取的复垦标准和措施不一致的复垦单元进行拆分，细分为不同的复垦单元。土地复垦适宜性评价单元划分见表 4.2-2。

表 4.2-2 气田已建设施土地复垦适宜性评价单元划分

单元	占地类型及面积 (hm ²)						合计占地	已复垦	拟复垦	损毁类型	损毁程度	
	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	小计						
井场	永久占地	0.0111	2.6342	0.4147	1.1303	5.1781	9.3684	10.9284	9.3684	挖损、压占	重度	
	临时占地		0.4200	0.1800	0.2100	0.7500	1.5600		1.5600	挖损、压占	中度	
道路	永久占地		0.0709	0.0303	0.0064	0.2470	0.3545	0.4465	0.3546	挖损、压占	重度	
	临时占地		0.0196	0.0107		0.0617	0.0920		0.0920	压占	轻度	
管线	临时占地	102.2730							54.4663	47.8068	挖损、压占	中度

备注：根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》要求，管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，为了确保管线的安全，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地闭井后开展植被重建。

6.土地复垦适宜性等级评定

(1) 评价指标的选择

影响复垦工作开展的因素有多种，参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008)等，结合矿区实际情况，方案选择评价指标确定为：地面坡度、有机质含量、土壤质地、排水条件、灌溉条件和有效土层厚度。结合农林业适宜性评价等级标准分为一级(适宜)、二级(较适宜)、三级(临界适宜)和不适宜四个级别。

表 4.2-3 复垦土地主要限制因素的农林牧业等级标准表

限制因素和指标划分		耕地	林地
地面坡度	≤7°	一级	一级
	7°-15°	二级	一级
	15°-25°	三级	二级
	>25°	不宜	三级
有机质含量 (%)	≥1	一级	一级
	0.6-1.0	二级	一级
	0.3-0.6	三级	二级、三级
	<0.3	不宜	不宜
土壤质地	壤土	一级	一级
	粘土、沙壤土	二级	二级
	重粘土、沙土	三级	三级
	沙质土、砾质土	不宜	不宜
排水条件	偶尔淹没、排水好	一级	一级
	季节性淹没、排水好	二级	二级
	季节性长期淹没、排水差	三级	三级
	长期淹没、排水差	不宜	不宜
灌溉条件	有稳定灌溉条件	一级	一级
	灌溉条件差	二级	二级
土层厚度	≥60	一级	一级
	40-40	二级	一级
	20-40	三级	一级
	10-20	不宜	二级

(2) 评价过程

1) 污染程度

根据现场调查及咨询建设单位, 开采区已采取多种污染预防控制及处置措施, 在正常情况下, 运行过程中产生的各种污染物均能得到有效处置。根据现场调查采样及土样分析结果, 井场周边土壤污染物浓度均不超标。根据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018) 等相关国家标准, 土壤污染程度为“未污染”。

2) 地面坡度

在本项目中, 没有取土场的破坏, 井场、道路复垦的土地复垦过程中会进行土地平整, 故复垦后地块的地形坡度不会受到影响。

3) 土壤有机质

土壤有机质泛指土壤中来源于生命的物质。复垦后, 施用有机肥来增加土壤有机质, 恢复或提高土壤肥力。

4) 土壤质地

土壤结构是指土壤颗粒(包括团聚体)的排列与组合形式,分为粘土、壤土、沙土等。气田设施对土壤造成一定程度的压实或疏松,这时就会破坏表土的团粒结构,影响土壤的含水性,破坏土壤的孔隙度和土壤的水气平衡,从而使土壤肥力在一定程度上下降。

5) 排水条件

现状土地和复垦后的土地的地形坡度基本没有变化,排水利用场地四周自然排水沟道及井场既有外环沟,可以满足排水需要。

6) 灌溉条件

项目区内耕地灌溉来源主要靠当地降雨,附近溪沟、池塘等水源,已损毁耕地复垦后的灌溉水来源仍然以降雨、附近溪沟、池塘,井场设置了井场外环沟,利用井场现有排水沟,只需对排水沟进行清理修整,保障排水畅通,完全能满足农业灌溉需要。

7) 有效土层厚度

除去表土以后的心土和底土会被压占,虽然经过疏松,但是还会在一定程度上受到破坏。同时由于土壤结构的破坏,复垦后的有效土层厚度会比原土地有所降低,复垦后,施用有机肥来增加土壤肥力。

(3) 评价结果

通过一定的整地措施,确定其土地复垦适宜性等级评价结果,见表 4.2-4。

表 4.2-4 土地复垦适宜性评价等级结果表

评价单元	污染程度	地形坡度	有机质含量	土壤质地	排水条件	灌溉条件	有效土层厚度	指标评价等级		适宜方向	
								耕地	林地		
井场永久	水田	未污染	<5°	≥1.2	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥80	一级	一级	宜耕
	旱地	未污染	<5°	≥1.0	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥60	一级	一级	宜耕
	灌木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	其他林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	乔木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥30	二级	一级	宜林
井场临时	水田	未污染	<5°	≥1.2	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥80	一级	一级	宜耕
	旱地	未污染	<5°	≥1.0	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥60	一级	一级	宜耕
	灌木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	其他林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	乔木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥30	二级	一级	宜林
道路永久	水田	未污染	<5°	≥1.2	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥80	一级	一级	宜耕
	旱地	未污染	<5°	≥1.0	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥60	一级	一级	宜耕
	其他林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	乔木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥30	二级	一级	宜林
道路临时	水田	未污染	<5°	≥1.2	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥80	一级	一级	宜耕
	旱地	未污染	<5°	≥1.0	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥60	一级	一级	宜耕
	其他林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥20	二级	一级	宜林
	乔木林地	未污染	<7°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥30	二级	一级	宜林
管线临时	水田	未污染	<7°	≥1.2	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥80	一级	一级	宜耕
	旱地	未污染	<7°	≥1.0	砂质壤土	偶尔淹没	有保证	≥60	一级	一级	宜耕
	灌木林地	未污染	<10°	≥1.0	壤土	/	无保证	砂质壤土	二级	一级	宜林
	乔木林地	未污染	<10°	≥1.0	壤土	/	无保证	≥30	二级	一级	宜林
	其他林地	未污染	<10°	≥0.5	砂质壤土	/	无保证	砂质壤土	二级	一级	宜林

表 4.2-5 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	损毁地类	损毁面积	复垦方向	复垦单元
井场永久	水田	1.1303	水田	井场-永久-水田
	旱地	2.6342	旱地	井场-永久-旱地
	灌木林地	0.0111	灌木林地	井场-永久-灌木林地
	其他林地	0.4147	其他林地	井场-永久-其他林地
	乔木林地	5.1781	乔木林地	井场-永久-乔木林地
井场临时	水田	0.2100	水田	井场-临时-水田
	旱地	0.4200	旱地	井场-临时-旱地
	其他林地	0.1800	其他林地	井场-临时-其他林地
	乔木林地	0.7500	乔木林地	井场-临时-乔木林地
道路永久	水田	0.0014	水田	道路-永久-水田
	旱地	0.0277	旱地	道路-永久-旱地
	其他林地	0.0303	其他林地	道路-永久-其他林地
	乔木林地	0.0778	乔木林地	道路-永久-乔木林地
	水田、旱地、乔木林地	0.2174	农村道路	道路-永久-农村道路
道路临时	旱地	0.0196	旱地	道路-临时-旱地
	其他林地	0.0107	其他林地	道路-临时-其他林地
	乔木林地	0.0617	乔木林地	道路-临时-乔木林地
管线临时	公路用地	0.2686	公路用地	管线-临时-公路用地
	灌木林地	1.8046	灌木林地	管线-临时-灌木林地
	旱地	20.5640	旱地	管线-临时-旱地
	其他林地	0.8201	其他林地	管线-临时-其他林地
	水田	31.0089	水田	管线-临时-水田
	乔木林地	47.8068	乔木林地	管线-临时-乔木林地

(三) 水土资源平衡分析

1. 水资源平衡分析

根据矿区气象水文、水文地质的介绍及现场踏勘，矿区内及拟复垦土地周边有较多的河流、水库、灌溉水渠，蓄水能力较强。四川省四川盆地九龙山天然气开采项目所在区域矿区水资源的特点是总量大，分布也较为广泛，沟渠和坑塘布置较为科学，已形成相应完整的灌溉体系。综上所述，矿区灌溉水源丰富，灌溉水源有保障，对矿区损毁土地进行沟渠修建即可满足灌排需求。

复垦区可供水量是指复垦区域内可以利用的一切水资源；用水量主要是指农

业灌溉用水。根据《四川省土地开发整理工程建设标准》中灌溉与排水工程的规定，同时结合复垦区水资源状况，考虑气象、水源、土地面积、土壤质地、主要农作物产量指标和灌水定额等因素，最终本方案确定复垦区灌溉设计保证率为75.00%。复垦区总面积为113.6479hm²，复垦区位于四川盆地北部，多年平均降雨量996.8mm。但受大气环流控制，降雨分配季节不均。冬春（11月～翌年4月）两季节水量少，多年平均降水量仅150.2mm，只占全年的15.07%，复垦区灌溉用水主要来源于大气降水，作物生长期主要集中在4-10月，夏秋两季（5~10月）降雨量偏多，此时期平均降水量为846.6mm，占全年的84.93%，复垦区有效降水可供水量根据公式：降水有效利用量=降水量×有效降水利用系数×承面面积（根据《水土资源评价与节水灌溉规划》复垦区有效降水利用系数取值为0.41）。计算得出复垦区降水有效利用量为730.983×10³m³。综上所述，复垦区可供水量为730.983×10³m³。复垦区位于四川省苍溪县、旺苍县境内，灌溉分类属于II类盆中丘陵区，其需水量主要是水田、旱地谷物、油料等种植及乔木林地、草地植物生长所需要的农业用水，复垦区水田面积为113.65hm²，旱地面积为23.71hm²，其他林地面积为1.46hm²，乔木林地面积为54.04hm²，灌木林地面积为1.82hm²，公路用地面积为0.27hm²（以撒播草籽的形式进行复垦）。根据公式：需水量=区域面积×灌溉定额（根据《四川省用水定额》确定）。计算得出复垦区水田需水量为426179.63m³，旱地需水量19413.38m³，林地需水量为95049.48m³，复垦区总需水量为540642.49m³。

经上述计算可知，复垦区内供需水量的比例为730983.10/540642.49=1.35:1，供水量大于需水量，可见复垦区内水资源供需平衡。复垦区通过平整土地，统一规划等节水措施，并设计科学合理的灌溉制度和适当的种植结构，充分利用复垦区地下水资源和天然降水，完全能够满足复垦区农业灌溉需要，能够满足灌溉设计保证率的要求。复垦区灌溉水质符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）的规定。

2. 土源平衡分析

九龙山天然气开采已建井场、管道多为20世纪九十年代建设，多为老井场，

根据现场对已损毁土地情况调查可知，管道工程建设完成时已全部复垦，随着时间的推移，生态环境已逐渐恢复到原有状态。本项目在建设井场及道路等地面工程时，鉴于当时社会经济发展情况，未采取表土剥离措施。由于气田井场、站场及进场道路永久用地占用时间长，在闭井复垦时无优质耕作表土可用，因此在复垦时采取培肥翻耕措施保证土源质量。

矿区井场等永久用地使用完毕，进行场地清理（包括清理混凝土基础、砖砌体基础、条石基础等拆除工作）完毕后，裸露出来的土经过长期压占，有机质和矿物质含量低，土壤板结，肥力低，利用有机肥料进行土壤培肥和土地翻耕等措施，使土壤能达到耕作土土地质量的要求，能满足重建植被对土壤理化性质的要求，能够有效解决缺少复垦耕作土源的问题，并可以满足气田后期复垦需要，复垦区表土供求关系平衡，无需外购表土。

（四）土地复垦质量要求

在现场调查四川省四川盆地九龙山天然气开采项目周边各类土地质量的前提下，根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）西南山地丘陵区土地复垦质量控制标准表D.8、《四川省土地整治工程施工技术要求及质量评定标准》（2015年）中关于水田、旱地、乔木林地、草地等的相关技术标准，结合矿区场地实际情况和限制因素，并参考复垦区周边土地的土壤质量与生产力水平，最终确定土地复垦标准，复垦标准原则不低于原土地利用条件。

1、水田复垦标准

复垦方向为水田，复垦质量标准如下：

- 1) 地面坡度 (°)：≤15°
- 2) 有效土层厚度 (cm)：100
- 3) 土壤质地：粘壤土
- 4) 平整度：田面高差±3.00cm 之内
- 5) pH 值：6.0-7.0
- 6) 有机质含量 (g/kg)：16.5-25.4
- 7) 农田水利设施：生产路、灌排设施等与周边地类相连

8) 土壤质量：耕层土壤容重介于 $1.00\sim 1.35\text{g/cm}^3$ 之间

9) 产量：四年后产量达到周边同等地类水平。

2、旱地复垦标准

依据适宜性评价结果，复垦方向为旱地，复垦质量标准如下：

1) 地面坡度 ($^{\circ}$)： $\leq 25^{\circ}$

2) 有效土层厚度 (cm)：100

3) 土壤质地：粘壤土

4) pH 值：6.0-7.0

5) 有机质含量 (g/kg)：16.5-25.4

6) 土壤质量：复垦后的土地，耕层土壤容重介于 $1.20\sim 1.40\text{g/cm}^3$ 之间

7) 农田水利设施：生产路、灌排设施等与周边地类相连

8) 产量：复垦后与周围地类连成一片，四年后产量达到周边同等地类水平。

3、乔木林地复垦标准

乔木林地复垦质量标准如下：

1) 有效土层厚度：40.00cm

2) pH 值：6.0~7.0

3) 砾石含量：土壤砾石含量 $\leq 50.00\%$

4) 土壤质量：耕层土壤容重在 1.50g/cm^3 左右，有机质含量 $\geq 1.00\%$

5) 成活率：复垦三年后植被成活率不低于 85.00%

6) 郁闭度：三年管护期结束后郁闭度不低于 0.45。

4、灌木林地复垦质量标准

灌木林地复垦质量标准如下：

1) 有效土层厚度：20.00cm

2) 砾石含量：土壤砾石含量 $\leq 50.00\%$

3) pH 值：6.0~7.0

4) 土壤质量：耕层土壤容重在 1.50g/cm^3 左右，有机质含量 $\geq 1.00\%$

5) 定植密度：《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求

6) 郁闭度：三年管护期结束后郁闭度不低于 0.45。

4、其他林地复垦质量标准

灌木林地复垦质量标准如下：

- 1) 有效土层厚度： $\geq 20\text{cm}$
- 2) 土壤 PH 值：6.0~7.0
- 3) 土壤中砾石含量： $\leq 50\%$
- 4) 土壤质量：有机质含量 $\geq 1\%$ ；土壤容重 $\leq 1.3\text{g/cm}^3$
- 5) 定值密度：满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求
- 6) 郁闭度：三年管护期结束后郁闭度不低于 0.3。

表4-3 土地复垦质量要求

复垦方向	基本指标	控制标准	
耕地	水田	地面坡度 (°)	≤15°
		有效土层厚度 (cm)	100
		土壤质地	粘壤土
		平整度	田面高差±3.00cm 之内
		pH 值	6.0-7.0
		有机质含量 (g/kg)	16.5-25.4
		农田水利设施	生产路、灌排设施等与周边地类相连。
		土壤质量	耕层土壤容重介于 1.00~1.35g/cm ³ 之间。
		产量	四年后产量达到周边同等地类水平。
	旱地	地面坡度 (°)	≤25°
		有效土层厚度 (cm)	100
		土壤质地	粘壤土
		pH 值	6.0-7.0
		有机质含量 (g/kg)	16.5-25.4
		土壤质量	复垦后的土地，耕层土壤容重介于 1.20~1.40g/cm ³ 之间。
		农田水利设施	生产路、灌排设施等与周边地类相连
林地	乔木林地	有效土层厚度	40.00cm;
		pH 值	6.0~7.0;
		砾石含量	土壤砾石含量≤50.00%;
		土壤质量	耕层土壤容重在 1.50g/cm ³ 左右，有机质含量≥1.00%，
		成活率	复垦三年后植被成活率不低于 85.00%。
		郁闭度	三年管护期结束后郁闭度不低于 0.45。
	灌木林地	有效土层厚度	20.00cm;
		砾石含量	土壤砾石含量≤50.00%;
		pH 值	6.0~7.0;
		土壤质量	耕层土壤容重在 1.50g/cm ³ 左右，有机质含量≥1.00%。
		定植密度	《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求。
	其他林地	郁闭度	三年管护期结束后郁闭度不低于 0.45。
		有效土层厚度	≥20cm;
		土壤 PH 值	6.0~7.0;
		土壤中砾石含量	≤50%;
	土壤质量	有机质含量≥1%; 土壤容重≤1.3g/cm ³ ;	
	定植密度	满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求。	
	郁闭度	三年管护期结束后郁闭度不低于 0.3	

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

(一) 目标任务

根据矿山地质环境影响和土地损毁评估,矿区存在的矿山地质环境问题与土地损毁问题主要是矿山建设对地形地貌景观的破坏和对土地资源的压占和破坏。针对不同的矿山地质环境与土地损毁问题,提出保护与恢复治理工程,考虑到治理与复垦阶段可划分为近期、中期以及远期三个阶段,因此矿山地质环境保护与土地复垦工程以近期(适用期)为主,兼顾中、远期。

为了减少对矿区内井场、场站、管线、道路等区域地形地貌景观及土地资源造成的破坏,避免或减缓矿山地质灾害与土地资源破坏的发生,需采取必要的矿山地质环境保护与土地复垦预防措施。

(二) 主要技术措施

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦的主要预防控制措施包括:

1. 矿山地质环境保护预防控制措施

1) 矿山地质灾害预防措施

①加强对已建井场、站场挡墙、管道陡坎地段的护坡、挡土坎等已建地质灾害防治工程设施的巡视,确保防护措施完整性、安全性。

②井场、站场及管线、进场道路沿途斜坡的监测,尤其是汛期要加强,对发现变形迹象的斜坡加强观测,必要时应及时进行工程治理,消除隐患。

③掌握矿区及周边地质灾害发育情况,查明矿山设施与地质灾害点的位置关系,提前建立应急预案。加大对企业员工与矿区人民群众的宣传力度,提高全民的防灾意识,掌握预防灾害的一些有效办法及遇险撤离等常识,避免或减轻损失。

④对矿山地质灾害的管理工作应规范化管理并纳入矿山管理档案。

2) 对含水层的保护措施

①矿山开采时所采用的钻井工艺已经采取了分层止水的方法，现状条件下已建的气井建设已完成，并采用分级套管注水泥固井，对含水层影响较轻。

②加强对各个井场及周边的地下水水位、水质、水量监测，一旦发现由于采气生产造成的含水层破坏，应立即停止生产，查找原因及时采取治理措施。

对矿山含水层保护预防工作应规范化管理并纳入矿山管理档案。

3) 对地形地貌景观的预防措施

①在矿山开发运营阶段严格管理，划定活动范围，不得在道路、井场以外的地方行驶和作业，保持路外植被不被破坏；

②服务期满后，完成采气的废弃井，应封堵内外井眼，拆除井口装置，截去地下 1.00m 管头，清除、填埋各种固体废弃物，恢复原有地貌。

③对矿山地形地貌保护预防工作应规范化管理并纳入矿山管理档案。

4) 水土污染预防措施

①生产单位应定期对各个井场及周边的地表水及土壤进行取样化验，一旦发现由于矿区运营生产造成的水体、土壤污染，应立即停止生产，查找原因及时采取治理措施。

②现场人员应定期对各池体渗漏情况进行巡检，发现异常情况立即汇报和整改。对污水池内废水及时清运，正常情况下应保证各池体有足够的容量，以容纳暴雨增加的水量，防止外溢；在暴雨季节，加强对废水储存设施巡查，防止场地内废水溢出井场污染环境。

③生产期间产生的气田水运至矿区外集中处理，固体废弃物进行无害化处理，最大限度的减少了废弃物对土地的污染损毁。

2. 土地复垦预防措施

1) 做好与土地利用总体规划的衔接，优化土地利用结构

本项目在确定复垦方向时，以当地土地利用现状类型为指导，做好与土地利用总体规划的衔接。在此基础上，遵循优化土地利用结构，提高土地利用效益的

原则，尽量将损毁的土地在条件适宜时复垦为耕地。

2) 统一规划，分段复垦

按照本项目的生产特点，统一规划，合理安排复垦工作计划。根据项目的实际情况，对已损毁的土地合理安排复垦工作的进度安排，使受损毁的土地尽早得到恢复，体现“边生产、边复垦”的原则。

(三) 主要工程量

气田在勘探、开采过程中采取了相应的预防控制措施，本方案不再重复。

二、矿山地质灾害治理

(一) 目标任务

本次矿山地质灾害治理的主要目标任务为对矿区现状已存在不良地质现象的地质灾害隐患点及生产建设中预测存在的地质灾害隐患点进行综合治理，彻底消除地质灾害隐患，确保矿区设施及人员生命财产不受威胁。

(二) 工程设计

根据调查，井场、管线所处地形地貌为平坝、丘陵两种地貌。平坝区域的井场不涉及治理工程，主要修建了井场外环沟，用于拦截天然降雨。丘陵区域的井场修建基本未形成高填深挖边坡，边坡主要依据其填方高度、原始地形坡度，以及斜坡结构特征而定，多采取自然放坡为主、辅以挡墙的保护形式，挡墙材料多为浆砌条石，部分井场采用混凝土挡墙。现状条件下支挡措施基本完好。矿山主要采取的地质灾害治理措施如下：

(1) 挖方边坡，以放坡处理为主；土质为主的挖方边坡，采取条石挡墙进行支挡。

(2) 填方边坡采用条石挡墙进行支挡。

(3) 边坡坡脚合理地修建截排水沟。

(4) 管线主要经过两种地形，一是平坦、缓坡区域，二是局部的高陡斜坡。

平缓区域内管线沿线采取设置管桩、警示牌措施，防止其他工程活动对管线造成威胁。管线穿越陡坎、陡坡段采用护坡、挡土墙等防护措施，确保了管道工程的安全。

（三）技术措施

根据现场调查及资料收集，井场及配套道路方面主要以支挡结构、截排水措施为主；管道工程主要在陡坎、陡坡段采用护坡、挡土墙等防护措施。

（1）井场及配套工程

井场及配套道路主要涉及边坡问题，边坡包括了填方边坡和挖方边坡，依据其所处的微地形地貌特征和边坡类型，已采取的措施主要以支挡结构、截排水措施为主，如下所述。

①挡墙措施

根据现场调查，井站场前期选址阶段多为相对平缓区域，进场道路多较短，且多位于地势平缓的区域，修建进场道路过程中开挖斜坡的地段较少，有部分开挖的地段，其开挖边坡的高度和规模相对小，基本规避了工程建设易遭受和诱发、加剧地质灾害的地段，井场设施总体受地灾威胁小-中等，其主要地质灾害问题为可能遭受的小型滑坡、崩塌。已实施的治理措施如下所述。

挡土墙是井站场地质灾害预防的主要措施，其原因在于施工技术成熟、工艺简单、可就地取材且与井（站）场建设的规模通常不大的特点相契合。填方边坡主要依据其填方高度、原始地形坡度，以及斜坡结构特征而定，小于 1.5m 者以放坡为主、辅以护脚挡墙的方式，大于 1.5m 者采取重力式挡土墙，挡墙材料多为浆砌条石，部分井场采用混凝土挡墙；井站的挖方边坡包括了岩质边坡和岩土混合类型边坡，根据挖方边坡的类型采用浆砌条石或混凝土挡墙作为支挡措施。现场调查既有防护措施相对完好。

②截排水措施

截排水工程是井场地质灾害防治的重要组成部分，其功效不言而喻。该气田的井场建设对所有井场依据其地形地势差异，建立了较完善的截排水措施，对部分井场边坡的稳定起到了至关重要的作用。截排水沟包括了明沟和暗沟两类，排

水设施布置于井场四周，用以截排斜坡地表天然降水，与井场附近既有自然排水系统衔接。截排水沟材料选型为浆砌条石、片石、混凝土截排水沟。



照片 5.2-1 龙 002-4 井场陡坎挡墙



照片 5.2-2 九龙山净化场挡墙



照片 5.2-3 龙 9 井场挡墙



照片 5.2-4 龙 16-H2 井场挡墙



照片 5.2-5 新观首站截排水暗沟



照片 5.2-6 龙 16-H2 井场外环沟

(2) 管道工程

管线穿越主要经两种地形，一是平坦、缓坡平台区域，二是局部的高陡斜坡。平缓区域内管线可能遭受的主要威胁为管线附近其他工程活动的开挖等。针对这

类威胁，管线沿线均设置有明显的警示措施，防止工程活动对管线造成威胁。对于管线穿越的局部高陡斜坡地段，可能遭受的主要地质灾害在于管沟开挖沿线可能存在或诱发的崩塌、滑坡灾害，在前期选线规避了较大规模的地质灾害的基础上，防御的重点在于小型的崩塌、滑坡，以及可能的水土流失，管线穿越陡坎、陡坡段采用护坡、挡土墙等防护措施，从现场调查和访问了解来看，该类防护目前均处于正常状态，未见明显的破坏变形迹象，确保了管道工程的安全。



照片 5.2-7 管道工程典型警示牌



照片 5.2-8 管道防护措施—挡土墙



照片 5.2-9 管道防护措施—挡土墙



照片 5.2-10 龙 15 井至龙 16 井管道防护措施—挡土墙

（四）主要工程量

根据现场调查及综合评估，气田设施不受评估区地质灾害威胁。已建井场及配套道路边坡工程采取了支挡结构、截排水措施；管道工程在陡坎、陡坡段采用护坡、挡土墙等防护措施，现有防护措施基本完好，不需要补充防护措施。根据现阶段井场的调查，井场分布于平缓地带，挖填方小，工程建设不涉及高填深挖，

不会形成高陡边坡，挖填方活动局部可能会形成小规模人工边坡，高度一般 0.5-1.0m，采取自然放坡防护即可，不需要设置专门的防护措施。

本方案不需要补充矿山地质灾害治理专项设计，主要加强矿山设施邻近斜坡区域的监测工作。详见矿山地质环境监测小节内容。

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

本项目复垦的主要目标是完成已建井站场、净化厂及配套的进场道路复垦工作，同时对管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地、耕地在闭井后开展植被重建，恢复为原用地类型，复垦总面积为 113.6479hm²，复垦率 100%。土地复垦时尽可能复垦为原土地利用类型或耕地，其中，部分井场道路已经成为当地居民生产、生活不可或缺的交通要道，全部挖除复垦不仅会再次破坏影响环境，而且从经济角度考虑也不可行，故部分废弃井场道路复垦为农村道路，从而导致复垦前后土地利用结构发生调整。项目复垦前后土地利用结构见下表。

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目复垦区为永久用地和临时用地共同构成的区域，面积合计 113.6479hm²，已复垦面积为 56.1183hm²，需复垦总面积 57.5296hm²，包括对管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地、耕地在闭井后开展植被重建。已复垦的面积未最终验收，纳入复垦责任范围。

表 5.3-1 复垦前后土地利用结构调整表

一级类	二级类		面积(hm ²)		变幅 (%)
			复垦前	复垦后	
1 耕地	101	水田	32.3556	32.3506	-0.02%
	103	旱地	23.7087	23.6654	-0.18%
3 林地	307	其他林地	1.4557	1.4557	0.00%
	301	乔木林地	54.0435	53.8744	-0.31%
	305	灌木林地	1.8157	1.8157	0.00%
10 交通 运输用地	1003	公路用地	0.2686	0.2686	0.00%
	1004	农村道路		0.2174	100.00%

（二）工程设计

根据工程建设实际，本方案复垦设计对象为闭井后的井站永久占地、道路用地以及已复垦但仍需继续监测管护的井站场施工临时用地、管道工程用地。根据土地适宜性评价结果，方案对针对井场用地、道路用地和管线用地共划分为23个复垦单元，具体每个复垦单元复垦工程措施见表5.3-2。

表 5.3-2 土地复垦基本单元复垦措施统计表

复垦单元	复垦方向	复垦面积	主要复垦措施
井场-永久-水田	水田	1.1303	混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、田埂修筑、排水沟道修筑、培肥翻耕
井场-永久-旱地	旱地	2.6342	混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、田埂修筑、排水沟道修筑、培肥翻耕
井场-永久-灌木林地	灌木林地	0.0111	混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建
井场-永久-其他林地	其他林地	0.4147	混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建
井场-永久-乔木林地	乔木林地	5.1781	混凝土拆除、砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建
井场-临时-水田	水田	0.2100	砌体拆除、场地清理、土地平整、培肥翻耕（已复垦）
井场-临时-旱地	旱地	0.4200	砌体拆除、场地清理、土地平整、培肥翻耕（已复垦）
井场-临时-其他林地	其他林地	0.1800	砌体拆除、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建（已复垦）
井场-临时-乔木林地	乔木林地	0.7500	砌体拆除、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建（已复垦）
道路-永久-水田	水田	0.0014	废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕
道路-永久-旱地	旱地	0.0277	废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕
道路-永久-其他林地	其他林地	0.0303	废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建
道路-永久-乔木林地	乔木林地	0.0778	废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建
道路-永久-农村道路	农村道路	0.2174	场地清理、土地平整、铺设碎石
道路-临时-旱地	旱地	0.0196	培肥翻耕（已复垦）
道路-临时-其他林地	其他林地	0.0107	培肥翻耕、植被重建（已复垦）
道路-临时-乔木林地	乔木林地	0.0617	培肥翻耕、植被重建（已复垦）
管线-临时-公路用地	公路用地	0.2686	土地平整（已复垦）
管线-临时-灌木林地	灌木林地	1.8046	培肥翻耕、植被重建（已复垦）
管线-临时-旱地	旱地	20.5640	土地平整、培肥翻耕（已复垦）
管线-临时-其他林地	其他林地	0.8201	培肥翻耕、植被重建（已复垦）
管线-临时-水田	水田	31.0089	土地平整、培肥翻耕（已复垦）
管线-临时-乔木林地	乔木林地	47.8068	培肥翻耕、植被重建（闭井后重建）

1、井站永久用地复垦基本单元工程设计

井站永久占地包括井场平台、废水池等用地。其中，部分废水池已完成了复垦，本方案对未拆除的废水池围墙进行拆除清理，对复垦后的土地进行培肥、监测和管护；其余未完成复垦的废水池，纳入本方案统一复垦。

(1) 混凝土拆除

井站场钻机安放平台、生产区、值班房、油罐、污水罐等用地表层均为混凝土硬化建造，本方案涉及对所有混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m。此工程适用于井场永久用地所有复垦基本单元。

图 5.3-1 混凝土拆除示意图

(2) 砌体拆除

由现场勘查可知，清水池、污水池、放喷池及井站场墙体由水泥浆砌砖、白灰浆砌砖建设而成。复垦时需要进行拆除。井场围墙建设高度为 1.9m，使用宽为 15cm 的红砖砌墙，每延米围墙拆除量为 0.285m³。此工程适用于井场永久用地和临时用地所有复垦基本单元。

(3) 废渣剥离

对场内永久等铺设的碎石进行剥离。井场建设时，损毁的土地为素土压实或表土剥离后铺以碎石、部分硬化后建设而成。复垦期，需要对井场永久用地内铺设的碎石和拆除的硬化地表进行剥离，井场废渣剥离厚度为 0.20m。

(4) 场地清理

对铺设的碎石、砌体以及场站永久拆除的混凝土等进行剥离之后，采用装载

2t 载重卡车进行运输、1m³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行废渣的清理工程。清理出的碎石废渣优先用于修建附近民用建筑和拟复垦为农村道路的路基使用，进行回收再利用，若存在剩余，运送至周边乡镇固体垃圾处理厂进行处理。此工程适用于井场永久用地和临时用地所有复垦基本单元。

(5) 土地平整

场地清理全部完成后，应进行平地机平土，地面坡度 $\leq 5^\circ$ ，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

(6) 田埂修筑

根据项目区地形，结合实际生产要求，耕地制埂采用土埂，土埂制埂要求为，清除表土，平地筑土埂，埂顶宽 50cm，底宽 70cm，埂高 50cm。田埂修筑每延米方量为 0.3m³，修筑密度按 800m/hm²。

图 5.3-2 土质田埂断面图

(7) 排水沟修建

此项措施仅针对井场永久用地损毁旱地、水田。为增加土地抵御洪涝灾害的能力，方便农业生产，在井场平整完成后修筑排水沟道，场地邻近排水沟多为土质排水沟，排水沟道修筑为土沟，密度 150m/hm²，每延米土方量 0.24m³。

图 5.3-3 土质排水沟典型断面图

(8) 培肥翻耕

培肥是通过生物改良技术，改善土壤环境，培肥地力，恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。

复垦责任范围内的土地，由于长期被压占，导致底部土壤被压实，其物理性质很大程度上被改变，若不进行疏松，不利于复垦后植被的重建。因此，本方案要对这部分土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，同时进行整平，以利于复垦后植被重建。

(9) 植被重建

针对井场永久损毁乔木林地进行植苗造林。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。

(10) 灌溉工程

项目区内耕地灌溉来源主要靠当地降雨，附近溪沟、池塘等水源，已损毁耕地复垦后的灌溉水来源仍然以降雨、附近溪沟、池塘，项目井场施工未对周边的河流及池塘造成损毁。由于已完钻井井场设置了井场外环沟，利用井场现有排水沟，只需对排水沟进行清理，保障排水畅通，能满足农业生产需要，因此本项目土地复垦工程不另行修建灌溉设施。

图 5.3-4 灌溉水渠（利用井场外环沟）典型断面图

2、井站临时用地复垦基本单元工程设计

井场施工临时用地只在钻前工程及钻井期间占用，临时用地时间短，使用完毕后已组织及时完成复垦，已复垦的临时用地主要是进行复垦后的监测管护。井场临时用地主要采取以下措施：

（1）砌体拆除

由现场勘查可知，清水池、污水池、放喷池及井站场墙体由水泥浆砌砖、白灰浆砌砖建设而成。复垦时需要进行拆除。井场围墙建设高度为 1.9m，使用宽为 15cm 的红砖砌墙，每延米围墙拆除量为 0.285m³。

（2）场地清理

对铺设的碎石、砌体以及场站永久拆除的混凝土等进行剥离之后，采用装载 2t 载重卡车进行运输、1m³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行废渣的清理工程。清理出的碎石废渣优先用于修建附近民用建筑和拟复垦为农村道路的路基使用，进行回收再利用，若存在剩余，运送至周边乡镇固体垃圾处理厂进行处理。

（3）土地平整

井场临时用地主要为压占，施工结束后对临时占地进行平地机平土，地面坡度≤5°，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

（4）培肥翻耕

培肥是通过生物改良技术，改善土壤环境，培肥地力，恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。对这部分临时土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，以利于复垦后农作物种植。

（5）植被重建

针对井场永久损毁乔木林地进行植苗造林。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。

3、道路工程永久用地复垦基本单元工程设计

(1) 废渣剥离

对道路永久用地等铺设的碎石进行剥离清理。复垦期，需要对道路铺设的碎石、拆除的废渣进行剥离，道路废渣剥离厚度为 0.20m。

(2) 场地清理

对道路铺设的碎石进行剥离之后，拟采用人工装载 2t 载重卡车进行运输、1m³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行废渣的清理工程。清理出的碎石优先用于修建拟复垦为农村道路的路基使用，进行回收再利用，若存在剩余，运送至周边乡镇固体垃圾处理厂进行处理。

(3) 土地平整

清理全部完成后，应进行平地机平土，地面坡度 $\leq 5^\circ$ ，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

(4) 培肥翻耕

培肥是通过生物改良技术，改善土壤环境，培肥地力，恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。

复垦责任范围内的土地，由于长期被压占，导致底部土壤被压实，其物理性质很大程度上被改变，若不进行疏松，不利于复垦后植被的重建。因此，本方案要对这部分土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，同时进行整平，以利于复垦后植被重建。

(5) 植被重建

针对道路永久损毁乔木林地进行植苗造林。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。

(6) 铺设碎石

根据现场调查，现有进场道路大部分已被矿区乡村利用，对道路进行了水泥硬化，作为生产道路和乡村机耕道，成为乡村路网的组成部分，在满足生产的同

时极大的方便了矿区群众出行。未复垦的进场道路沿线居民房、耕地多比较集中，现有道路平缓，路基宽度可以满足农业生产需求，路面多为泥结碎石、或者碎石路面，为了避免对环境的再次损毁，合理利用天然气开采结束后遗留的进场道路，尽可能对能利用的道路进行碎石铺设，作为后续乡村路网的组成部分。

4、道路施工临时用地复垦基本单元工程设计

道路施工临时用地主要为施工过程中的临时施工场地，占压时间短，基本以占压为主，道路多 100-300m 长，规模小，施工工期短，施工完成后对临时用地即进行复垦。已复垦的临时用地主要是进行复垦后的监测管护。井场配套道路临时用地主要采取以下措施：

(1) 土地平整

临时用地主要为压占，施工结束后对临时占地进行人工平土，地面坡度 $\leq 5^\circ$ ，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

(2) 培肥翻耕

培肥是通过生物改良技术，改善土壤环境，培肥地力，恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。对这部分临时土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，以利于复垦后农作物种植。

(3) 植被重建

针对道路永久损毁乔木林地进行植苗造林。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。

5、管道工程临时用地复垦基本单元工程设计

管道工程施工及复垦工作都已完成，管道工程用地均为临时用地，基本已恢复了原土地利用现状，经过近 10-30 年的恢复，与周边农作物长势无异；为了保证管道的运行安全，管道中心线两侧各 5m 范围内不得种植深根植物，因此管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地区域在闭井后才能开展植被重建，并对管线复垦的耕地、林地、草地等进行管护。

(1) 培肥翻耕

管道用地拟恢复为林地区域的土壤以紫色土为主，土层薄，针对土地损毁后土壤养分缺乏和土壤保水、保肥性差等问题，复垦阶段需要采取一定的培肥措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力，满足植被生长需要。对为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。

(2) 植被重建

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的相关要求，为了确保管线的安全，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地目前暂时恢复为草地，在闭井后才能开展植被重建。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²。

(三) 技术措施

1、工程措施

结合本项目土地复垦适宜性分析，本项目土地复垦工程采取的主要措施包括：拆除工程、场地清理、培肥翻耕、土地平整等工程措施。

(1) 混凝土拆除

井站场钻机安放平台、生产区、值班房、油罐、污水罐等用地表层均为混凝土硬化建造，本方案涉及对所有混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m。

(2) 砌体拆除

由现场勘查可知，清水池、污水池、放喷池及场站构筑物墙体由水泥浆砌砖、白灰浆砌砖建设而成。复垦时需要进行拆除。

(3) 废渣剥离

对井场永久铺设的碎石进行剥离清理。方案设计采用 74kw 推土机进行废渣剥离作业。

(4) 场地清理

对铺设的碎石、砌体以及场站永久拆除的混凝土等进行剥离之后，采用装载 2t 载重卡车进行运输、1m³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行废渣的清理工程。清理出的碎石废渣优先用于修建附近民用建筑和拟复垦为农村道路的路基使

用，进行回收再利用，若存在剩余，运送至周边乡镇固体垃圾处理厂进行处理。

(5) 土地平整

场地清理全部完成后，应进行平地机平土，地面坡度 $\leq 5^\circ$ ，以保证土地的坡度适宜农作物的耕作。

(6) 田埂修筑

根据项目区地形，结合实际生产要求，耕地制埂采用土埂，土埂制埂要求，清除表土，平地筑土埂，埂顶宽 50cm，底宽 70cm，埂高 50cm。田埂修筑每延米方量为 0.3m^3 ，修筑密度按 $800\text{m}/\text{hm}^2$ 。

(7) 排水沟修建

此项措施仅针对井场永久用地损毁旱地、水田。为增加土地抵御洪涝灾害的能力，方便农业生产，在井场平整完成后修筑排水沟道，场地邻近排水沟多为土质排水沟，排水沟道修筑为土沟，密度 $150\text{m}/\text{hm}^2$ ，每延米土方量 0.24m^3 。

(8) 铺设碎石

根据现场调查，现有进场道路大部分已对道路进行了水泥硬化，作为生产道路和乡村机耕道，已成为乡村路网的组成部分，在满足生产的同时极大的方便了矿区群众出行。未复垦的进场道路沿线居民房、耕地多比较集中，现有道路平缓，路基宽度可以满足农业生产需求，路面多为泥结碎石、或者碎石路面，为了避免对环境的再次损毁，合理利用天然气开采结束后遗留的进场道路，与当地乡村政府沟通，尽可能对能利用的道路进行碎石铺设，作为后续乡村路网的组成部分。

2、生物化学措施

(1) 培肥翻耕

生物化学复垦措施的基本原则是通过生物改良技术，改善土壤环境，培肥地力，恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。

针对损毁土地土壤养分缺乏和土壤保水、保肥性差等问题，在复垦阶段需要采取一定的培肥措施，为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。

复垦责任范围内的土地，由于长期被压占，导致底部土壤被压实，其物理性

质很大程度上被改变，若不进行疏松，不利于复垦后植被的重建。因此，本方案要对这部分土地进行一次翻耕，疏松被压实的土壤，同时进行整平，以利于复垦后植被重建。

（2）植被重建

复垦区在土地平整后需进行植被恢复。复垦植被种植主要选择当地的植物。本方案根据土地复垦适宜性分析所确定的复垦方向为原地类，同时结合已复垦部分的植物选择，复垦区域植被选择应遵循以乡土植被为主的原则。本复垦方案在选择复垦适生植物的过程中，首先考虑矿区及周围的乡土植物做到物种乡土化。种植树种乔木选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²。

（四）主要工程量

根据适宜性评价以及复垦单元的划分，同时结合复垦工程设计及措施的描述，针对每个复垦单元的实际情况，设计不同的复垦措施以及标准，并进行工程量测算。

1、井站永久用地复垦主要工程量

根据上节内容对井场永久用地和井场临时用地复垦工程量进行统计。井场复垦措施包括砌体拆除、废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建等。

（1）混凝土拆除

井站场钻机安放平台、生产区、值班房、油罐、污水罐等用地表层均为混凝土硬化建造，本方案涉及对所有混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m。气田勘探、开采过程已建设完成井场 10 座，站场 3 座，净化厂 1 座，14 座井站场总面积为 9.3684hm²，各井站场硬化面积比例不同，最终测算混凝土拆除量为 11018m³。

（2）砌体拆除

井场建设完成后，采用机械、人工拆除的方式将井场、池子的围墙以及值班室进行砌体拆除。现场调查表明，井站场围墙使用红砖砌墙，墙高约 1.9m，厚约 0.15m，每延米拆除量为 0.285m³；值班房建设规格为 7.00m×20.00m×3.00m、

5.00m×6.00m×3.00m，单个拆除方量为 15.8m³、3.60m³；经统计，砌体拆除量为 634m³。

(3) 废渣剥离

复垦期，需要对井场永久用地内铺设的碎石、混凝土基础进行剥离，废渣剥离厚度约 15-25cm，14 座井站场总面积为 9.3684hm²，根据现场调查，发现各井场内均存在不同比例的绿化面积，统计各井场非绿化面积，测算剥离废渣量为 9688m³。

(4) 场地清理

对井场永久剥离的碎石、混凝土和清水池、污水池、放喷池、值班房拆除的废渣进行清运。采用 1m³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行清理，清理量为 213.39m³。

(5) 土地平整

场地清理后，采用 118kw 自行式平地机对土地进行一次平整，平整后土地坡度≤5°，平整面积为井场永久占地面积 9.3684 hm²。

(6) 培肥翻耕

井场用地在复垦完成后、植被种植之前，采用施用有机肥的方式，改善土壤性质，增加土壤有机质含量，疏松土壤，改善土壤的透水、通气、保水性能，恢复土壤肥力。施肥标准为复垦为水田、旱地施肥 4500kg/hm²，其他类型用地施肥 2500kg/hm²，井场永久用地拟复垦灌木林地 0.1111 hm²，旱地 2.6342 hm²，其他林地 0.4147 hm²，水田 1.1303 hm²，乔木林地 5.1781 hm²，合计复垦 9.3684 hm²，测算得有机肥施用量为 30950kg。

(7) 植被重建

针对井场永久损毁乔木林地进行植苗造林。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²；损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度 8000 株/hm²；草籽撒播 80Kg/hm²，井场永久用地拟复垦灌木林地 0.1111 hm²，其他林地 0.4147 hm²，乔木林地 5.1781 hm²，测算得草籽播撒 34.06kg，马尾松、侧柏各种植 2071 株，马桑、凤尾竹各种植 102 株。

2、井站临时用地复垦主要工程量

井场施工临时用地只在钻前工程及钻井期间占用，临时用地时间短，使用完毕后已组织及时完成复垦，已复垦的临时用地主要是进行复垦后的监测管护。

3、道路工程永久用地复垦主要工程量

根据上节内容对道路永久用地复垦工程量进行统计。复垦措施包括废渣剥离、场地清理、土地平整、培肥翻耕、植被重建等。

(1) 废渣剥离

复垦时对不再保留的道路永久用地内铺设的碎石进行剥离，废渣剥离厚度约15-25cm，不保留的道路总面积为0.1372hm²，测算得剥离废渣量为274m³。

(2) 场地清理

对永久剥离的碎石废渣进行清运。采用1m³挖掘机装石碴自卸汽车运输的方式进行清理，清理量为274m³。

(3) 土地平整

道路碎石清理后，采用118kw自行式平地机对土地进行一次平整，平整后土地坡度≤3°，土地平整工程量为0.3546hm²。

(4) 培肥翻耕

道路用地在复垦完成后、植被种植之前，采用施用有机肥的方式，改善土壤性质，增加土壤有机质含量，疏松土壤，改善土壤的透水、通气、保水性能，恢复土壤肥力。施肥标准为复垦为水田、旱地施肥4500kg/hm²，其他类型用地施肥2500kg/hm²。道路永久占地拟复垦旱地0.0277hm²，水田0.0014hm²，其他林地0.0303hm²，乔木林地0.0778hm²，共计需要施肥401kg。

(5) 植被重建

针对道路工程损毁其他林地采取灌草恢复，灌木选择马桑、凤尾竹，定植密度8000株/hm²；草籽撒播80Kg/hm²。道路永久占地拟复垦其他林地0.0303hm²，乔木林地0.0778hm²，共计种植马尾松、侧柏各31株，马桑、凤尾竹242株。

(6) 碎石铺设

为合理利用天然气开采结束后遗留的进场道路，尽可能对能利用的道路进行

碎石铺设，作为后续乡村路网的组成部分。道路碎石铺设在原泥结碎石路的基础上铺设 0.1m 的碎石，对现有路面进行修补，碎石铺设面积为 0.2174 hm²，铺设碎石为 217m³。

4、道路施工临时用地复垦主要工程量

道路施工临时用地主要为施工过程中的临时施工场地，占压时间短，基本以占压为主，道路多 100-300m 长，规模小，施工工期短，施工完成后对临时用地即进行复垦。已复垦的临时用地主要是进行复垦后的监测管护。

5、管道工程临时用地复垦主要工程量

管道工程施工及复垦工作都已完成，因此该复垦单元的复垦工程主要是对已恢复种植的管道工程进行监测管护。

(1) 培肥翻耕

管道中心线两侧各 5m 范围内闭井后恢复为林地区域的土壤以紫色土为主，土层薄，针对土地损毁后土壤养分缺乏和土壤保水、保肥性差等问题，复垦阶段需要采取一定的培肥措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力，满足植被生长需要。对为保护环境，通过施有机肥和种植绿肥植物等措施来提高土壤肥力。施肥标准为 2500kg/hm²，管线临时占地拟复垦乔木林地 47.8068hm²，共计需要施肥 119517kg。

其中苍溪县管线临时占地拟复垦乔木林地 38.3421hm²，共计需要施肥 95855kg，旺苍县管线临时占地拟复垦乔木林地 9.4646hm²，共计需要施肥 23662kg。

(2) 植被重建

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的相关要求，为了确保管线的安全，管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地目前暂时恢复为草地，在闭井后才能开展植被重建。种植树种选择侧柏、马尾松，定植密度 800 株/hm²，侧柏、马尾松各 400 株/hm²。管线临时占地拟复垦乔木林地 47.8068hm²，共计需要种植侧柏、马尾松各 19123 株。

其中苍溪县管线临时占地拟复垦乔木林地 38.3421hm²，共计需要种植侧柏、

马尾松各 15337 株，旺苍县管线临时占地拟复垦乔木林地 9.4646hm²，共计需要种植侧柏、马尾松各 3786 株。

表 5.3-2 各复垦单元土地复垦工程量

复垦单元	复垦方向	复垦措施	主要内容及措施标准	单位	苍溪县 工程量	旺苍县 工程量	工程量合 计
井站永久 用地复垦 单元	旱地、水 田、其他 林地、乔 木林地、 其他草地 等	砌体拆除	拆除污水池、放喷池及井站场墙体	100m ³	6.34	旺苍县不 涉及井场 占地和井 场道路占 地，土地 复垦仅龙 含管线临 时占地	6.34
		混凝土拆除	钻机平台、生产区、油罐、污水罐等区域混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m	100m ³	110.18		110.18
		废渣剥离	铺设的碎石进行剥离，剥离厚度约 0.2-0.3m	100m ³	96.88		96.88
		场地清理	拆除的混凝土、碎石等装载重汽车运废渣	100m ³	213.39		213.39
		土地平整	平土，地面坡度≤5°	hm ²	9.37		9.37
		土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	30950		30950
		植被重建	草籽撒播，80kg /hm ²	kg	34.06		34.06
			栽植万年青，400 株/hm ²	株	2071		2071
			栽植马尾松，400 株/hm ²	株	2071		2071
			栽植马桑，4000 株/hm ²	株	170		170
			栽植凤尾竹，4000 株/hm ²	株	170		170
道路永久 用地复垦 单元	旱地、其 他林地、 农村道 路、其他 草地等	废渣剥离	道路铺设的碎石进行剥离，剥离厚度约 20-40cm	100m ³	2.74	2.74	
		场地清理	装载重汽车运废渣	100m ³	2.74	2.74	
		碎石铺设	碎石路面修补	100m ³	2.17	2.17	
		土地平整	平土，地面坡度≤5°，翻耕深度 0.3m	hm ²	0.3546	0.3546	
		土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	401	401	
		植被重建	场地进行草籽撒播，80kg /hm ²	kg	6.22	6.22	
			栽植万年青，400 株/hm ²	株	31	31	
			栽植马尾松，400 株/hm ²	株	31	31	

管道临时 用地复垦 单元	乔木林 地、灌木 林地等	土壤培肥（有机肥）	栽植马桑，4000 株/hm ²		242	23662	242
			栽植凤尾竹，4000 株/hm ²		242		242
		植被重建	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	95855		119517
			栽植万年青，400 株/hm ²	株	155337	3786	159123
			栽植马尾松，400 株/hm ²	株	155337	3786	159123

表 5.3-3 苍溪县各复垦单元土地复垦工程量

复垦单元	复垦方向	复垦措施	主要内容及措施标准	单位	工程量
井站永久 用地复垦 单元	旱地、水 田、其他 林地、乔 木林地、 其他草地 等	砌体拆除	拆除污水池、放喷池及井站场墙体	100m ³	6.34
		混凝土拆除	钻机平台、生产区、油罐、污水罐等区域混凝土进行拆除，拆除厚度约 0.2-0.3m	100m ³	110.18
		废渣剥离	铺设的碎石进行剥离，剥离厚度约 0.2-0.3m	100m ³	96.88
		场地清理	拆除的混凝土、碎石等装载重汽车运废渣	100m ³	213.39
		土地平整	平土，地面坡度≤5°	hm ²	9.37
		土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	30950
		植被重建	草籽撒播，80kg /hm ²	kg	34.06
			栽植万年青，400 株/hm ²	株	2071
			栽植马尾松，400 株/hm ²	株	2071
			栽植马桑，4000 株/hm ²	株	170
	栽植凤尾竹，4000 株/hm ²	株	170		
道路永久	旱地、其	废渣剥离	道路铺设的碎石进行剥离，剥离厚度约 20-40cm	100m ³	2.74

用地复垦单元	他林地、农村道路、其他草地等	场地清理	装载重汽车运废渣	100m ³	2.74
		碎石铺设	碎石路面修补	100m ³	2.17
		土地平整	平土，地面坡度≤5°，翻耕深度 0.3m	hm ²	0.3546
		土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	401
		植被重建	场地进行草籽撒播，80kg/hm ²	kg	6.22
			栽植万年青，400株/hm ²	株	31
			栽植马尾松，400株/hm ²	株	31
			栽植马桑，4000株/hm ²		242
			栽植凤尾竹，4000株/hm ²		242
管道临时用地复垦单元	乔木林地、灌木林地等	土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	95855
		植被重建	栽植万年青，400株/hm ²	株	155337
			栽植马尾松，400株/hm ²	株	155337

表 5.3-4 旺苍县各复垦单元土地复垦工程量

复垦单元	复垦方向	复垦措施	主要内容及措施标准	单位	工程量
管道临时用地复垦单元	乔木林地、灌木林地等	土壤培肥（有机肥）	施有机肥改善土壤肥力，水田、旱地施肥 4500kg/hm ² ，其他类型用地施肥 2500kg/hm ²	kg	23662
		植被重建	栽植万年青，400株/hm ²	株	3786
			栽植马尾松，400株/hm ²	株	3786

四、含水层破坏修复

现阶段针对含水层的保护与治理恢复措施主要是对已采取措施的延续，气田各采气井已进入正常生产采气阶段，采气过程中基本不产生地层水，因此对含水层的保护和恢复治理措施主要是预防措施加强。

（一）目标任务

矿区内含水层的破坏防治任务以预防为主，本方案针对气田开采可能破坏含水层的环节，主要采取预防控制。为了及时准确掌握项目区水环境质量状况和水体中污染物的动态变化，以及压裂液对地下水环境的影响，本方案拟建立覆盖全场地的地表水与地下水长期监测系统，建立四川省四川盆地九龙山天然气开采项目的水环境基准值（近期5年的地表水和地下水详细监测数据），包括科学、合理地设置地下水污染监测井，建立完善的监测制度等，以便及时发现并及时控制。

含水层监测主要对地下水的水质、水位进行监测。水质监测项目包括：PH值、氯化物、悬浮物、氨氮、石油类物质、汞、铜、铬、镉、COD等；监测层位：碎屑岩类孔隙裂隙水作为主要监测对象。

（二）工程设计

本方案针对气田开采可能破坏含水层的环节，主要采取预防控制措施。

根据评估区内井场分布，区内共布设地下含水层监测孔5个，主要分布在项目建设场地上游、两侧及下游。在选择具体监测孔位置时，依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）中地下水环境监测点布设原则，根据矿区的水文地质条件，并且充分考虑该区地下水流向，主要在相应井场、场站地下水流场下游布设监测孔。地下水监测以碎屑岩类孔隙裂隙水为主要监测层位。

（三）技术措施

根据矿区含水层现状破坏与预测，含水层防治应以预防为主。结合气田开采

过程，采取以下预防措施，防止含水层破坏。

（1）井身结构设计

井身加装井筒套管措施，以封隔井下地下水为原则确定下管深度（本项目采用全井段套管保护，如果井底附近发现有含水层，则加深进行封隔），导管用水泥封固，固井时水泥套管上返至地表井口。

气层套管：气层套管固井水泥胶结质量合格段长度应达到应封固井段长度的70%以上，且在油气层或水层及其以上 25m 环空范围内形成具有密封性能的胶结优良的水泥环。

（2）钻井液设计

钻井液中要求加入堵漏剂、，提高钻井液的封堵能力，低钻井液的失水量，以封堵地层层理、裂隙，阻止钻井液滤液进入地层，严格执行防漏堵漏措施。

（3）监测方法

地下水监测的频次、方法、精度要求执行《地下水监测规范》（SL183-2005）。地下水水位监测层位主要为碎屑岩类孔隙裂隙水，在水位埋深较浅处可能监测第四系松散岩类孔隙水。主要采用自动化水位监测仪器进行，水质监测主要采用自动化监测、取样分析等。

（四）主要工程量

根据“含水层现状评估”和“含水层破坏预测评估”，评估范围内含水层基本未受破坏，含水层防治应以预防为主，为了及时准确掌握含水层水体中污染物的动态变化，方案会设计地下含水层监测点对其进行长期监测，具体内容详见第六节矿山地质环境监测章节。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

针对天然气开采过程中产生的水土环境污染，采取相应的预防和修复措施，达到污染治理与生态恢复的目的。

（二）工程设计

项目区内水土环境的破坏防治以预防为主，建设单位在天然气勘探、开采过程中采取了相应的预防控制措施。本方案针对气田开采可能破坏水土环境的环节，主要采取预防控制措施，并采取监测措施。

（三）主要工程量

根据气田运营多年水土检测分析结果以及预测评估的结果，目前评估区水土环境污染程度较轻。为了及时准确掌握气田开发引起的水土环境污染情况，方案主要设计地表水监测、土壤监测工作，监测工程量见下节。

根据野外调查及区域水系图，矿区范围内无大的地表水体分布，毛芋湾河为雍河的支流，是矿区内水量最大河流，其余多为季节性溪沟，另外，邻近矿山设施的河流为雍河，为掌握气田开采对地表水的影响，分别在毛芋湾河、雍河各布设一个地表水监测点，共计 2 个地表水监测点。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

建立矿山地质环境监测网，开展矿山地质环境监测工作，掌握矿山地质环境动态变化，预测矿山环境发展趋势，为合理开发矿产资源、保护矿山地质环境、开展矿山生态环境恢复治理提供基础资料和依据。

1、随时掌握矿山设施邻近边坡可能出现的变形、破坏，以及可能造成的危险范围及危害程度，建立完善的地质环境隐患预警系统。

2、及时准确掌握矿区水环境质量状况和水体中污染物的动态变化。

3、建立覆盖全场地的地表水与地下水长期监测系统，科学、合理地设置地下水污染监测井，建立完善的监测制度等，以便及时发现、控制。

4、监测矿山建设对土地资源压占破坏、矿区地形地貌景观变化、矿区植被破坏及恢复状况等。

（二）监测设计

本次监测的范围为四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与恢复治理评估范围，重点针对井站场及配套道路和管道工程。

1. 地质灾害监测

地质灾害监测涵盖井场、进场道路和管线工程，对象主要为自然边坡、人工边坡进行和已有的防治工程，采取专人定期巡视的方法，全面落实地质灾害监测，随时掌握边坡可能出现的变形、破坏，以及可能造成的危险范围及危害程度等，建立严格的呈报和应急处置体系，出现异常情况及时排险，组织受威胁人员和设备转移，确保人员生命财产安全。

（1）监测内容

①监测单井场评估单元内人类工程活动的改变及对地质环境的影响状况，评估其对井场可能造成的潜在威胁；

②监测单井场评估单元内和管线走向两侧水土流失状况；

③监测单井场评估单元内和管线走向两侧地面变形（裂缝为主）；

④监测已有防治工程的运行效果，是否有错动、变形等迹象。

⑤监测各井场及管线附近边坡重点变形部位，如裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量，测量出变形量及变形速率。

（2）监测点布设

方案仅对可能遭受地灾（小型滑坡、崩塌）的井站场布设监测点，经统计共设置井场地质灾害监测点 5 个，监测点位主要布置在现有的地质灾害防治工程，井站场周围边坡等处具体位置及监测对象详见下表。气田各类管线沿线路走向设置监测点，根据地形情况控制监测点的布置密度，重点布设在管线陡坡、陡坎地段，整个矿区内共设置管线监测点 18 个。

对于井站场现有的边坡防治工程、井站场邻近边坡、管线陡坡、陡坎地段应作为重点区域监测。

表 5.6-1 井站场地质灾害监测点统计表

序号	监测点位置	监测对象
1	龙 002-4 井	井场北西侧陡坎
2	龙 16 井	井场南东侧小陡坎
3	新观首站（龙 4 井）	井场西侧及进场道路东侧斜坡
4	龙 002-9-1 井	井场北侧挖方斜坡段
5	龙 12	井场南部的井场配套设施

(3) 监测频率

采取全面巡查和重点监测相结合的办法进行，全面巡查即对整个评估区全面巡查，重点监测主要针对重点区域进行，井站场现有的边坡防治工程、井站场邻近边坡、管线陡坡、陡坎地段作为重点区域监测，主要采用地面观测法。

监测频率为旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）。监测发现有变形迹象之势，监测频率为每天一次。

2. 含水层监测

(1) 监测内容

为了及时准确掌握场区及下游地区水环境质量状况和水体中污染物的动态变化，方案建立覆盖全场地的地下水长期监测系统，科学、合理地设置地下水污染监测井，建立完善的监测制度等，以便及时发现并及时控制。拟对地下水的水质、水位进行监测。九龙山气田各气藏储层的地层水监测工作一直由梓潼采气作业区在负责，主要监测矿化度、Ca²⁺、Mg²⁺、HCO₃⁻等水质指标，详见表 2.6-1 内容，后期储层地层水监测仍由川西北气矿组织相关作业区负责。

①水位与水量监测：查明地下水位（最高、最低水位）、水位水量变化幅度范围；查明地下水位与地表水体、大气降水的联系；

②水质监测：查明地下水的物理、化学成分变化；查明污染源、污染途径、污染程度及对建筑材料的腐蚀等级。

水质监测：pH、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、总硬度、硫酸盐、挥发酚、汞、六价铬、铜、锌、铬、镉、石油类物质（烃类物质）

含量等；

(2) 监测部署

地下水监测井布置时依据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)和《地下水监测工程技术规范》(GB/T51040-2014)中地下水环境监测点布设原则,根据矿区的水文地质条件,并且充分考虑该区地下水流向,主要在相应井场地下水流场下游布设监测孔。矿区内居民生产生活用水多集中在 10-50m 深度范围之内,含水层监测充分利用井场周边民井,矿区范围内沿地下水流向、垂直地下水流向共布置 2 条地下水监测剖面,剖面位置选择靠近尽量多的钻井,共布置地下水监测点 5 个,监测地下水水位和水质,主要监测层位为碎屑岩类孔隙裂隙水,其中,利用井场周边民井监测点 3 个,施工监测井 2 个,井深初步估计约 100m,对地下水水位采取自动化水位仪进行水位监测。地下水监测点布置见图 5.6-2 和附图 5。建议矿山在生产过程中编制矿山地下水监测专项设计。

(3) 监测方法及频率

地下水监测应委托有资质的单位或矿山企业自行负责进行监测,对含水层监测采取自动化监测,水质送专业化实验室进行化验。

水质每 2 月监测一次,每年 6 次;水位每月监测一次,每年 12 次。

表 5.6-2 含水层监测点部署统计表

监测编号	X	Y	主要监测层位	含水层类型	备注
DXJ-1	**	**	蓬莱镇组	第四系 松散岩类孔隙潜水、红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水	民井 27m
DXJ-2	**	**	蓬莱镇组		设计井深 100m
DXJ-3	**	**	蓬莱镇组		民井 20m
DXJ-4	**	**	蓬莱镇组		设计井深 100m
DXJ-5	**	**	蓬莱镇组		民井 30m

表 5.6-3 施工监测井主要工程量表

序号	项目名称	单位	单口井工程量	总工程量(2口井)
一	监测井钻探			
1	0.0-5.0m 松散I类	m	5	20
2	5-35 基岩II类	m	30	120
	35-50 基岩II类	m	15	60
3	50-100.0 基岩II类	m	50	200

二	洗井			
1	洗井	台班	10	40
三	止水固井	次	1	4
四	固井管材			
1	Φ325 钢管	m	5	20
2	Φ219 钢管	m	15	60
3	Φ219 花管	m	15	60
五	水泥	t	2	8
六	监测用水泵 (5m ³)	台	1	4
七	井台制作	个	1	4

图 5.6-1 含水层监测井（设计深度 100m）结构图

图 5.6-2 含水层监测点平面布置图

3. 地形地貌景观和土地资源监测

(1) 监测内容

矿山开发中地面建设对土地资源和地形地貌景观的影响主要体现在改变原土地利用类型和对地形地貌景观的破坏。因此，对开采期及恢复治理后的土地资源和地形地貌景观进行监测，主要是监测矿山建设对土地资源压占破坏、矿区地形地貌景观变化以及矿区植被破坏及恢复状况等。对地形地貌景观和土地资源监测，主要指侵占和破坏土地类型、面积、破坏土地方式，破坏植被类型、面积，可恢复和已恢复土地面积。

(2) 监测方法及频率

监测方法采取遥感解译。一般情况下每 3 年进行一次遥感影像图解译。

4. 水土环境污染监测

(1) 监测内容

地表水监测项目主要有：PH 值、氯化物、悬浮物、氨氮、石油类物质、汞、铜、铬、镉、COD 等。

土壤监测项目主要有：PH 值、石油烃总量、汞、铜、铬、镉等。

(2) 监测点的布设

监测点布设严格按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）中的要求进行布设。地表水监测根据矿区地表河流分布情况以及井场、场站部署位置，在毛芋湾河流域等地共设置地表水监测点 2 处，井站场区共布置 4 个土样监测点，分别布设在井场区域。详见矿山地质环境治理工程部署图。

(3) 监测方法及频率

地表水土监测应委托有资质的单位或矿山企业自行负责进行监测。所取得的地表水样、土样应送专业化实验室进行化验。

土样监测周期为每年 2 次，地表水样监测周期每年 6 次。

表 5.6-4 地表水监测点部署统计表

监测编号	X	Y	备注
DBJ-1	**	**	监测毛芋湾河水质
DBJ-2	**	**	监测雍河河水水质

(三) 技术措施

1. 地质灾害监测

采取全面巡查和重点监测相结合的办法进行，全面巡查即对整个评估区全面巡查，重点监测主要针对重点区域（现有的边坡防治工程、井站场邻近边坡、管线陡坡、陡坎地段）进行；采用地面观测法和简易两者相结合的方式。地质灾害在监测过程中可在滑坡和崩塌变形体前缘或后缘处设置简易观测标志，如打入木桩或钉钉拉绳、画线，或水泥砂浆贴片等观测坡体滑移变化情况。每次变形监测应采用相同监测方法和仪器，实施责任制，监测人员应落实到人，其他要求需满足《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》和相关规定。

2. 含水层监测

1) 在对调查研究结果和有关资料进行综合分析的基础上，根据地表水体尺度范围，考虑代表性、可控性及经济性等因素，确定断面类型和采样点的数量，并不断优化。

2) 做好监测点保管工作，水位观测点应做标记。

3) 地下水水位监测主要使用自动监测仪器进行，水质监测主要采用人工现场调查、取样分析等。

3. 地形地貌景观和土地资源监测

主要通过 1:1 万高分影像数据（分辨率为 0.50m），通过对前后遥感影像图的解译，直接比较土地资源和地形地貌景观的动态变化。

4.水土环境污染监测

地表水监测参照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）执行；定期到土壤采集点用铁锹分别采集两个不同深度土样（0~20cm、20~40cm），将土样密封好，带回实验室用不同仪器分析进行监测。

（四）主要工程量

1.地质灾害监测

根据调查及统计，方案仅对可能遭受地灾（小型滑坡、崩塌）的井站场布设监测点，共设置井场地质灾害监测点 5 个，井站场现有的边坡防治工程、井站场邻近边坡、管线陡坡、陡坎地段作为重点区域监测。监测频率为旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）。监测发现有变形迹象之势，监测频率为每天一次。

气田各类管线沿线路走向设置监测点，根据地形情况控制监测点的布置密度，重点布设在管线陡坡、陡坎地段，共设置 18 个点，监测周期与井场群测群防点相同，每年共计监测 324 次。相应工作量见下表 5.6-5。

表 5.6-5 地质灾害监测工作统计表

项目	井场及道路监测（点次/年）	管道监测（点次/年）
工作量	90	324

2.含水层监测

在矿区范围内共设置 5 口长期观测井进行地下水的监测，长期观测井以民用机井、2 口施工的监测井作为观测井，监测周期为 1 次/月。

3.地形地貌景观和土地资源监测

监测方法采取遥感解译。一般情况下每 3 年进行一次遥感影像图解译，共计监测 10 次。

4.水土环境污染监测

方案在毛芋湾河、雍河流域共设置地表水监测点 2 处，井站场区共布置 4 个土样监测点，分别布设在井场区域。土样监测周期为每年 2 次，土样共计监测 112 次，地表水监测周期每年 6 次，监测 14 年，地表水共计监测 168 次。

表 5.6-7 矿山地质环境监测工程量统计表

监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工 程量	备注
			苍溪县	旺苍县		
地质灾害 监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
	井站场监测	次	1260		1260	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
	管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
	管道监测	次	3996	540	4536	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
含水层 监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
	施工监测井	口	2		2	施工 2 口监测井，设计深度 100m
	水质监测	次	840		840	水质每年 12 次
	水量、水位监测	次	840		840	水位每年 12 次
地形地貌景观和土地资源监测		次	5		5	遥感解译，每 3 年 1 次，共计 10 次
	监测点	个	2		2	溪沟、河流域

地表水监测	水质监测	次	168		168	监测周期每年 6 次
	水量监测	次	168		168	监测周期每年 6 次
土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
	土壤监测	次	112		112	土样监测周期为每年 2 次

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、矿区土地复垦监测

为督促落实土地复垦责任，保障复垦土地能够按时、保质、保量完成，为调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排提供重要依据，需进行矿区土地复垦监测。

本矿区土地复垦监测任务为：通过开展土地损毁监测和复垦效果监测工作，对土地损毁状况、土壤质量和植被恢复效果进行动态监测、跟踪评价，及时掌握矿区土地资源损毁和土地复垦效果，保证复垦后土壤质量、植被效果达到土地复垦质量要求，为提出改善土地质量的建议和措施提供依据。

2、矿区土地复垦管护

土地复垦管护工作是复垦工作的最后程序，其实施效果如何最终决定了复垦工程的成败。因此，为提高矿区土地复垦植被存活率，保证土地复垦效果，需进行矿区土地复垦管护。

本矿区土地复垦管护任务为：通过实施管护工程，包括复垦土地植被管护和农田配套设施工程管护等，对复垦后的林地、草地等进行补种，病虫害防治，排灌与施肥，以及对农田排灌设施的管护等，保证植被恢复效果。

（二）措施和内容

1.土地复垦监测

（1）土地损毁监测

本项目需对挖损、压占等土地损毁的情况进行监测。根据本项目实际情况，损毁土地监测方法为人工巡视测量，对损毁土地类型、面积、损毁程度进行定期监测，掌握损毁土地状况，以便安排后续工作，针对井场布设土地损毁监测点位2个。通过实地勘测、现场测量等方法，并结合GIS和GPS技术进行监测，监测时间为单个井场的生产建设年限，每个监测点位每年监测1次即可。

(2) 土地复垦效果监测

对项目区内已复垦未验收的用地，以及拟复垦的土地在复垦结束后进行土地复垦效果监测。项目复垦后的土地主要为耕地、林地，监测内容包括复垦区的地形坡度、有效土层厚度、土壤理化性质、生产力水平、植被恢复等。

① 监测内容

项目复垦后的土地主要为耕地、林地、草地等。土壤质量监测包括复垦区内地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度(PH)、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等。

复垦植被效果监测为复垦为林地的植被监测内容。复垦为林地的监测内容包括植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

② 监测方法

定期指派专业人员，采用现场测量、实验室仪器分析等方法，结合GIS和GPS技术的应用，监测复垦区的土地的自然特性。

③ 监测点布设、监测频率、监测期限

对已复垦管道临时用地布设监测点，选择矿区13条管线进行复垦效果监测，各布设1-2个监测点，监测频率为1次/年，监测期为4年，共计监测56次。

方案选择在井场、站场及配套道路复垦区域内布设14个监测点，监测频率为1次/年，监测期为4年，共计监测56次，复垦工程实施后即刻进行复垦效果监测。具体复垦效果监测位置由复垦义务人根据矿区实际情况确定。

2. 管护工程

(1) 管护对象

本方案需管护的对象为复垦责任范围内的耕地、林地、草地以及管道的巡视。

管护对象包括已复垦未验收的用地，以及拟复垦的土地。

（2）管护方法

本项目复垦土地管护采取巡回实地管护及充分结合当地群众进行观察的办法进行。

（3）管护措施

①追肥

对种植的植被在管护期适当施以肥料，改善土壤肥力，以提高植被的成活率和生长速度。

②补种、修枝与间伐

对成活率达不到要求的林地和草地及时补种，以达到复垦效果。修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。关于修枝技术，宁低勿高，次多量少，先下后上，茬短口尖，修枝高度不超过林木全高的 $1/3\sim 1/2$ （即林冠枝下高，不超过全高的 $1/3\sim 1/2$ ）。

③防病虫害措施

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要进行及时的管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时使用药品等控制灾害的发生。

④杂草管理

病虫害是草地管理的大敌，对于采用多年生草种建植的草地来说，病虫害控制更是建植初期管理的关键环节，原因是多年生草种苗期生长非常缓慢，极易遭受病虫害的侵袭，控制不好很可能造成建植失败。因此，苗期须十分重视病虫害与杂草控制。

（4）管护面积、管护频率、管护期限

管护对象主要为耕地、林地、草地，管护工作同复垦工程进行，对于项目区内已完成复垦的损毁土地从本次矿权申请年限开始进行管护，对拟复垦的土地，在复垦工程结束后紧接进行管护。管护工作每年开展 1 次，管护 3 年。

（三）主要工程量

根据监测管护工程设计及措施的描述，针对每个复垦单元的实际情况，监测

管护工程量测算表如表 5.7-2。

表 5.7-2 土地复垦监测和管护工程量表

分项名称	工程名称		单位	数量
复垦监测	土地损毁监测		次	2
	土地复垦	管道工程	次	56
	效果监测	井站及配套道路工程		56
管护工程	苍溪县	耕地管护	hm ²	46.0031
		林地管护	hm ²	47.7173
	旺苍县	耕地管护	hm ²	10.0613
		林地管护	hm ²	9.5976

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

(一) 矿山地质环境治理总体工作部署

根据前述，气田设施不受评估区地质灾害威胁。井场及配套道路边坡工程采取了支挡结构、截排水措施；管道工程在陡坎、陡坡段采用护坡、挡土墙等防护措施，现有防护措施基本完好。本方案不需要补充矿山地质环境治理专项工程量，矿山恢复治理工作主要是建立监测点，对矿区地质灾害、含水层、水土壤污染、矿区地形地貌、土地资源破坏情况的监测。矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
			苍溪县	旺苍县		
地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
	井站场监测	次	1260		1260	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
	管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
	管道监测	次	3996	540	4536	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
含水层监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测

	施工监测井	口	2		2	施工 2 口监测井，设计深度 100m
	水质监测	次	840		840	水质每年 12 次
	水量、水位监测	次	840		840	水位每年 12 次
地形地貌景观和土地资源监测		次	5		5	遥感解译，每 3 年 1 次，共计 10 次
地表水监测	监测点	个	2		2	溪沟、河流域
	水质监测	次	168		168	监测周期每年 6 次
	水量监测	次	168		168	监测周期每年 6 次
土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
	土壤监测	次	112		112	土样监测周期为每年 2 次

（二）土地复垦工作部署

复垦工作计划安排对于制定土地复垦工程施工进度，减少水土流失，及时恢复被损毁的土地资源等具有重要的意义，应根据工程的施工情况、土地损毁情况、资金分配情况等综合安排。

根据本项目所在区域自然状况和项目生产年限，综合考虑复垦工程实施、复垦效果监测及管护措施，闭井后恢复治理与复垦工程实施时间为 1 年，复垦植被监测管护期 3 年，因此本方案的服务期限为 14 年（2021 年 3 月~2035 年 3 月），分为近期 5 年（2021 年 3 月~2026 年 3 月）、中期 5 年（2026 年 3 月~2031 年 3 月）和远期复垦实施期及管护期 4 年（2031 年 3 月~2035 年 3 月）。

本项目复垦的主要目标是完成 14 处已建设施及配套的进场道路复垦工作，同时对管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地闭井后开展植被重建，恢复为原用地类型，复垦总面积为 57.5296hm²。详见表 6.1-2。

表 6.1-2 土地复垦工程时序安排总体计划

复垦阶段	复垦单元	复垦面积	复垦时序安排
近期	井场永久用地	1.4495	近期复垦 4 个井场及进场道路，为龙 1 井、龙 8 井、龙 002-4 井和龙 002-9-1 井； 复垦管线 4 条：龙 002-4 至龙 002-9-1 管线 T 接点、龙 002-9-1 井至新观首站、龙 1 井至龙 15 井、龙 002-H2 井至龙 9 井。
	道路永久用地	0.0994	
	管线	1.3420	
	小计	2.8909	
中期	井场永久用地	0.8000	中期复垦 3 个井场及进场道路，龙 9 井、龙 15 井、002-H2 井； 复垦管线 1 条：南干线。
	道路永久用地	0.1356	
	管线	5.8033	
	小计	6.7389	
远期	井场永久用地	7.1189	远期复垦 7 个井（站）场及进场道路，为龙 10 井、龙 16 井、新观首站（龙 4、13 井）、龙王首站、龙 12、14 井、龙王配气站、九龙山净化厂； 复垦管线 8 条：龙 15 井至龙 12 井、龙 10 井至新观首站、龙 12 井至新观首站、龙 9 井至新龙线 T 接点、龙 9 井至北干线 3 阀井、新龙线、新白线、龙 16 井至新观首站。
	道路永久用地	0.1197	
	管线	40.6614	
	小计	47.8999	
合计		57.5296	/

表 6.1-3 各井场、道路、管道土地复垦时序安排总体计划

复垦阶段 单元	近期	中期	远期
井场	龙 1 井	龙 9 井	龙 10 井
	龙 8 井	龙 15 井	龙 12、14 井
	龙 002-4 井	龙 002-H2 井	龙 16 井
	龙 002-9-1 井		新观首站（龙 4、13 井）
			龙王首站
			龙王配气站
			九龙山净化厂
道路	龙 1 井	龙 9 井	龙 10 井
	龙 8 井	龙 15 井	龙 12、14 井
	龙 002-4 井	龙 002-H2 井	龙 16 井
	龙 002-9-1 井		新观首站（龙 4、13 井）
			龙王首站
			龙王配气站
			九龙山净化厂
管线	龙 002-4 井至龙 002-9-1	南干线	龙 10 井至新观首站

	管线 T 接点		
	龙 002-9-1 井至新观首站		龙 12 至新观首站
	龙 002-H2 至龙 9 井		龙 15 井至龙 12 井
	龙 1 井至龙 15 井		龙 16 井至新观首站
			龙 9 井至北干线 3 阀井
			龙 9 井至新龙线 T 接点
			新白线-苍溪
			新白线-旺苍
			新龙线

表 6.1-4 苍溪县土地复垦工程时序安排总体计划

复垦阶段	复垦单元	复垦面积	复垦时序安排
近期	井场永久用地	1.4495	近期复垦 4 个井场及进场道路，为龙 1 井、龙 8 井、龙 002-4 井和龙 002-9-1 井； 复垦管线 4 条：龙 002-4 至龙 002-9-1 管线 T 接点、龙 002-9-1 井至新观首站、龙 1 井至龙 15 井、龙 002-H2 井至龙 9 井。
	道路永久用地	0.0994	
	管线	1.3420	
	小计	2.8909	
中期	井场永久用地	0.8000	中期复垦 3 个井场及进场道路，龙 9 井、龙 15 井、002-H2 井； 复垦管线 1 条：南干线。
	道路永久用地	0.1356	
	管线	5.8033	
	小计	6.7389	
远期	井场永久用地	7.1189	远期复垦 7 个井（站）场及进场道路，为龙 10 井、龙 16 井、新观首站（龙 4、13 井）、龙王首站、龙 12、14 井、龙王配气站、九龙山净化厂； 复垦管线 8 条：龙 15 井至龙 12 井、龙 10 井至新观首站、龙 12 井至新观首站、龙 9 井至新龙线 T 接点、龙 9 井至北干线 3 阀井、新龙线、新白线苍溪段、龙 16 井至新观首站。
	道路永久用地	0.1197	
	管线	31.1968	
	小计	38.4353	
合计		48.0650	/

表 6.1-5 旺苍县土地复垦工程时序安排总体计划

复垦阶段	复垦单元	复垦面积	复垦时序安排
远期	管线	9.4646	新白线旺苍段
	小计	9.4646	

表 6.1-6 九龙山天然气开采土地复垦总体工作部署

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
近期	井场永久	苍溪县	1.4495		0.5635		0.6444	0.2416		1.2319	7.2095	13.1801	21.6214	1.4495	2.8990	0.5798		6039.70		97	97		
	道路永久	苍溪县	0.0994				0.0332	0.0662			0.6630	0.6630	1.3260	0.0994			0.6620	82.88	2.65	13	13		
	管线临时	苍溪县	1.3420				1.3420											3354.99		537	537		
	小计		2.8909		0.5635		0.6444	1.6168	0.0662	1.2319	7.8725	13.8431	22.9474	1.5489	2.8990	0.5798	0.6620	9477.57	2.65	647	647		
中期	井场永久	苍溪县	0.8000		0.5097		0.0335	0.2568		1.0713	4.7999	9.6063	15.4776	0.8000	1.3037	0.2607		3086.36		103	103		
	道路永久	苍溪县	0.1356				0.0447	0.0909			0.8930	0.8930	1.7860	0.1356			0.9090	111.63	3.57	18	18		
	管线临时	苍溪县	5.8033				5.8033											14508.36		2321	2321		
	小计		6.7389		0.5097		0.0335	6.1048	0.0909	1.0713	5.6930	10.4993	17.2636	0.9355	1.3037	0.2607	0.9090	17706.35	3.57	2442	2442		
远期	井场永久	苍溪县	7.1189	0.0111	1.5610	0.4147	0.4524	4.6797		8.3358	98.1750	74.0814	180.5922	7.1189	4.8322	0.9664		21823.96	34.06	1872	1872	170	170
	道路永久	苍溪县	0.1197		0.0277	0.0303	0.0014		0.0603		1.1870	1.1870	2.3740	0.1197			0.6030	206.48				242	242
	管线临时	苍溪县+旺苍县	40.6614					40.6614										101653.53		16265	16265		
	小计		47.8999	0.0111	1.5886	0.4450	0.4538	45.3411	0.0603	8.3358	99.3620	75.2685	182.9663	7.2385	4.8322	0.9664	0.6030	123683.97	34.06	18136	18136	413	413
气田合计			57.5296	0.0111	2.6618	0.4450	1.1317	53.0627	0.2174	10.6389	112.9275	99.6109	223.1773	9.7229	9.0349	1.8070	2.1741	150867.89	40.28	21225	21225	413	413

二、阶段实施计划

(一) 矿山地质环境治理阶段实施计划

根据矿山地质环境问题类型、矿山地质环境影响评估结果和矿山地质环境保护与治理恢复分区结果，按照轻重缓急、分阶段实施原则，提出方案适用期内的分年度实施计划。

矿山地质环境保护与恢复治理阶段划分为近期5年（2021年3月~2026年3月）、中期5年（2026年3月~2031年3月）和远期复垦实施期及管护期4年（2031年3月~2035年3月）。各个阶段实施计划如下所述。

(1) 近期（2021年3月~2026年3月）

根据总体部署，方案不需要补充矿山地质环境治理专项工程量，矿山恢复治理工作主要是开展矿山地质环境监测工作。本阶段完成矿山地质环境监测点建设，包括地质灾害监测点23个（井站场监测点5个，管道工程监测点18个）、含水层监测点5口（利用民井3口，施工2口监测井，设计深度100m）、地表水监测点2个、土壤污染监测点4个。监测点部署完成后开展地质灾害、地下含水层、土壤污染、以及地形地貌景观和土地资源的影响破坏等矿山地质环境监测工作。

表 6.2-1 矿山地质环境治理近期实施计划

监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
			苍溪县	旺苍县		
地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
	井站场监测	次	450		450	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
	管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段

	管道监测	次	1080	540	1620	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
含水层监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
	施工监测井	口	2		2	施工2口监测井，设计深度100m
	水质监测	次	300		300	水质每年12次
	水量、水位监测	次	300		300	水位每年12次
地形地貌景观和土地资源监测		次	2		2	遥感解译，每3年1次，共计10次
地表水监测	监测点	个	2		2	溪沟、河流域
	水质监测	次	60		60	监测周期每年6次
	水量监测	次	60		60	监测周期每年6次
土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
	土壤监测	次	40		40	土样监测周期为每年2次

(2) 中期（2026年3月~2031年3月）

本阶段主要是开展矿山地质环境监测工作，进一步开展地质灾害、地下含水层、土壤污染、以及地形地貌景观和土地资源的影响破坏等矿山地质环境监测工作。

表 6.2-2 矿山地质环境治理中期实施计划

监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
			苍溪县	旺苍县		
地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域

	井站场监测	次	450		450	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
	管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
	管道监测	次	1080	540	1620	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
含水层监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
	施工监测井	口	0		0	
	水质监测	次	300		300	水质每年12次
	水量、水位监测	次	300		300	水位每年12次
地形地貌景观和土地资源监测		次	2		2	遥感解译，每3年1次，共计10次
地表水监测	监测点	个	2		2	溪沟、河流域
	水质监测	次	60		60	监测周期每年6次
	水量监测	次	60		60	监测周期每年6次
土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
	土壤监测	次	40		40	土样监测周期为每年2次

(3) 远期（2031年3月~2035年3月）

气井衰竭后，进一步开展地质灾害、地下含水层、土壤污染、以及地形地貌景观和土地资源的影响破坏等矿山地质环境监测工作。对因气井开采所产生的矿

山地质环境问题，进行全部彻底治理，使整个矿山生态环境得到全面的改善和重建。

表 6.2-3 矿山地质环境治理远期实施计划

监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
			苍溪县	旺苍县		
地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
	井站场监测	次	360		360	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
	管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
	管道监测	次	756	540	1296	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
含水层监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
	施工监测井	口	0		0	
	水质监测	次	240		240	水质每年 12 次
	水量、水位监测	次	240		240	水位每年 12 次
地形地貌景观和土地资源监测		次	1		1	遥感解译，每 3 年 1 次，共计 10 次
地表水监测	监测点	个	2		2	溪沟、河流域
	水质监测	次	48		48	监测周期每年 6 次

	水量监测	次	48		48	监测周期每年 6 次
土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
	土壤监测	次	32		32	土样监测周期为每年 2 次

(二) 土地复垦阶段实施计划

为了实现“边开采、边复垦”的目标，四川省四川盆地九龙山天然气开采项目土地复垦方案根据已损毁土地的复垦时段预测为基础，制定出复垦责任区土地复垦的实施进度和安排，保证及时复垦被损毁的土地。按照《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）的要求，原则上以 5 年为一阶段进行土地复垦工作安排。

矿山地质环境保护与恢复治理阶段划分为近期 5 年（2021 年 3 月~2026 年 3 月）、中期 5 年（2026 年 3 月~2031 年 3 月）和远期复垦实施期及管护期 4 年（2031 年 3 月~2035 年 3 月）。

(1) 近期（2021 年 3 月~2026 年 3 月）

根据总体部署，九龙山天然气开采近期复垦主要对象为气田已废弃的井场及配套设施，包括 4 座井场及配套道路，同时对已停用的龙 002-4 至龙 002-9-1 管线 T 接点、龙 002-9-1 井至新观首站、龙 1 井至龙 15 井、龙 002-H2 井至龙 9 井管线临时用地进行复垦，共计复垦土地面积 2.8909hm²，所有复垦对象均位于苍溪县内。

(2) 中期（2026 年 3 月~2031 年 3 月）

九龙山天然气开采中远期复垦对象为产能衰减的井场及配套设施，包括 3 座井场及配套道路，为龙 9 井、龙 15 井、002-H2 井，同时对 1 条管线临时占地进行复垦：南干线，共计复垦土地面积 6.7389hm²，所有复垦对象均位于苍溪县。

(3) 远期（2031 年 3 月~2035 年 3 月）

九龙山天然气开采远期复垦对象为 7 座井场及进场道路，为龙 10 井、龙 16 井、新观首站（龙 4、13 井）、龙王首站、龙 12、14 井、龙王配气站、九龙山净化厂；同时对 8 条管线的临时占地进行复垦，为龙 15 井至龙 12 井、龙 10 井

至新观首站、龙 12 井至新观首站、龙 9 井至新龙线 T 接点、龙 9 井至北干线 3 阀井、新龙线、新白线、龙 16 井至新观首站，共计复垦土地面积 47.8999hm²。旺苍县远期复垦对象为新白线旺苍段，共计 9.4646hm²，其余复垦土地均位于苍溪县。

表 6.2-4 九龙山天然气开采土地复垦近期工作部署

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
近期	井场永久	苍溪县	1.4495		0.5635		0.6444	0.2416		1.2319	7.2095	13.1801	17.9857	1.4495	2.8990	0.5798		6039.70		97	97		
	道路永久	苍溪县	0.0994				0.0332	0.0662			0.6630	0.6630	0.0994	0.0994			0.6620	82.88	2.65	13	13		
	管线临时	苍溪县	1.3420				1.3420											3354.99		537	537		
	小计		2.8909		0.5635		0.6444	1.6168	0.0662	1.2319	7.8725	13.8431	18.0851	1.5489	2.8990	0.5798	0.6620	9477.57	2.65	647	647		

近期复垦工作均位于苍溪县内，旺苍县近期无复垦工作安排。

表 6.2-5 九龙山天然气开采土地复垦中期工作部署

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
中期	井场永久	苍溪县	0.8000		0.5097		0.0335	0.2568		1.0713	4.7999	9.6063	15.4776	0.8000	1.3037	0.2607		3086.36		103	103		
	道路永久	苍溪县	0.1356				0.0447	0.0909			0.8930	0.8930	1.7860	0.1356			0.9090	111.63	3.57	18	18		
	管线临时	苍溪县	5.8033				5.8033											14508.36		2321	2321		
	小计		6.7389		0.5097		0.0335	6.1048	0.0909	1.0713	5.6930	10.4993	17.2636	0.9355	1.3037	0.2607	0.9090	17706.35	3.57	2442	2442		

中期复垦工作均位于苍溪县内，旺苍县中期无复垦工作安排。

表 6.2-6 九龙山天然气开采土地复垦远期工作部署

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
远期	井场永久	苍溪县	7.1189	0.0111	1.5610	0.4147	0.4524	4.6797		8.3358	98.1750	74.0814	83.9100	7.1189	4.8322	0.9664		21823.96	34.06	1872	1872	170	170
	道路永久	苍溪县	0.1197		0.0277	0.0303	0.0014		0.0603		1.1870	1.1870	0.1197	0.1197			0.6030	206.48				242	242
	管线临时	苍溪县+旺苍县	40.6614					40.6614										101653.53		16265	16265		
	小计		47.8999	0.0111	1.5886	0.4450	0.4538	45.3411	0.0603	8.3358	99.3620	75.2685	84.0297	7.2385	4.8322	0.9664	0.6030	123683.97	34.06	18136	18136	413	413

表 6.2-7 九龙山天然气开采土地复垦远期工作部署（苍溪县）

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
远期	井场永久	苍溪县	7.1189	0.0111	1.5610	0.4147	0.4524	4.6797	0	8.3358	98.1750	74.0814	180.5922	7.1189	4.8322	0.9664	0	21823.96	34.06	1872	1872	170	170
	道路永久	苍溪县	0.1197	0.0000	0.0277	0.0303	0.0014	0.0000	0.060302	0.0000	1.1870	1.1870	2.3740	0.1197	0.0000	0.0000	0.603021496	206.48	0.00	0	0	242	242
	管线临时	苍溪县	31.1968					31.1968										77991.95		12479	12479		
	小计		47.8999	38.4353	0.0111	1.5886	0.4450	0.4538	35.8765	0.060302	8.3358	99.3620	75.2685	182.9663	7.2385	4.8322	0.9664	0.603021496	100022.39	34.06	14351	14351	413

表 6.2-9 九龙山天然气开采土地复垦远期工作部署（旺苍县）

复垦阶段	复垦单元	行政区划	拟复垦							复垦措施及工程量													
			小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																				马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
远期	管线临时	旺苍县	9.4646					9.4646										23661.58		3786	3786		

三、近期年度工作安排

(一) 矿山地质环境治理近期年度工作安排

矿山地质环境治理近期年度为 5 年，即 2021 年 3 月~2026 年 3 月。根据总体部署，方案不需要补充矿山地质环境治理专项工程量，矿山恢复治理工作主要是开展矿山地质环境监测工作。近期总体完成矿山地质环境监测点建设，包括地质灾害监测点 23 个（井站场监测点 5 个，管道工程监测点 18 个）、含水层监测点 5 口（利用民井 3 口，施工 2 口监测井，设计深度 100m）、地表水监测点 2 个、土壤污染监测点 4 个。监测点部署完成后开展地质灾害、地下含水层、土壤污染、以及地形地貌景观和土地资源的影响破坏等矿山地质环境监测工作。近期年度计划安排如下：

表 6.3-1 矿山地质环境治理近期年度工作安排

实施阶段	监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
				苍溪县	旺苍县		
2021~2022	地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
		井站场监测	次	90		90	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
		管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
		管道监测	次	306	18	324	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
		监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测

	含水层监测	施工监测井	口	2		2	施工 2 口监测井，设计深度 100m
		水质监测	次	60		60	水质每年 12 次
		水量、水位监测	次	60		60	水位每年 12 次
	地形地貌景观和土地资源监测		次	1		1	遥感解译，每 3 年 1 次，共计 1 次
	地表水监测	监测点	个	2		2	雍河、毛芋湾河流域
		水质监测	次	12		12	监测周期每年 6 次
		水量监测	次	12		12	监测周期每年 6 次
	土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监测	次	8		8	土样监测周期为每年 2 次
	2022~2023	地质灾害监测	井站场监测点	个	3		3
井站场监测			次	90		90	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
管道监测点			个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
管道监测			次	306	18	324	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
		监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测

	含水层监测	施工监测井	口	0		0	0
		水质监测	次	60		60	水质每年 12 次
		水量、水位监测	次	60		60	水位每年 12 次
	地表水监测	监测点	个	2		2	雍河、毛芋湾河流域
		水质监测	次	12		12	监测周期每年 6 次
		水量监测	次	12		12	监测周期每年 6 次
	土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监测	次	8		8	土样监测周期为每年 2 次
	2023~2024	地质灾害监测	井站场监测点	个	3		3
井站场监测			次	90		90	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
管道监测点			个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
管道监测			次	306	18	324	旱季每月 1 次（10 月至次年的 5 月），汛期每月 2 次（6-10 月）
含水层监测		监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
		施工监测井	口	0		0	
		水质监测	次	60		60	水质每年 12 次

		水量、 水位监 测	次	60		60	水位每年 12 次
	地表 水监 测	监测点	个	2		2	雍河、毛芋湾 河流域
		水质监 测	次	12		12	监测周期每年 6 次
		水量监 测	次	12		12	监测周期每年 6 次
	土壤 监测	监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监 测	次	8		8	土样监测周期 为每年 2 次
2024~2025	地质 灾害 监测	井站场 监测点	个	3		3	井场斜坡区域
		井站场 监测	次	90		90	旱季每月 1 次 (10 月至次 年的 5 月), 汛期每月 2 次 (6-10 月)
		管道监 测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地 段
		管道监 测	次	306	18	324	旱季每月 1 次 (10 月至次 年的 5 月), 汛期每月 2 次 (6-10 月)
	含水 层监 测	监测点	个	5		5	利用水井、施 工监测井监测
		施工监 测井	口	0		0	
		水质监 测	次	60		60	水质每年 12 次
		水量、 水位监 测	次	60		60	水位每年 12 次

	地形地貌景观和土地资源监测		次	1		1	遥感解译，每3年1次，共计1次
	地表水监测	监测点	个	2		2	雍河、毛芋湾河流域
		水质监测	次	12		12	监测周期每年6次
		水量监测	次	12		12	监测周期每年6次
	土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监测	次	8		8	土样监测周期为每年2次
2025~2026	地质灾害监测	井站场监测点	个	3		3	井场斜坡区域
		井站场监测	次	90		90	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
		管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段
		管道监测	次	306	18	324	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
	含水层监测	监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
		施工监测井	口	0		0	
		水质监测	次	60		60	水质每年12次
		水量、水位监测	次	60		60	水位每年12次
		监测点	个	2		2	雍河、毛芋湾河流域

	地表水监测	水质监测	次	12		12	监测周期每年6次
		水量监测	次	12		12	监测周期每年6次
	土壤监测	监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监测	次	8		8	土样监测周期为每年2次

(二) 土地复垦近期年度工作安排

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目土地复垦第1阶段时间为2021年3月~2026年2月。针对前5年的土地实施复垦中，将气田已经弃用、停采和明确不再进行生产的井站龙1井、龙8井、龙002-4井和龙002-9-1井场及配套道路临时用地复垦，其他间歇性开采的井站等到生产结束后进行复垦，对现已停用的4条管线：龙002-4至龙002-9-1管线T接点、龙002-9-1井至新观首站、龙1井至龙15井、龙002-H2井至龙9井管线临时用地进行复垦。针对已经复垦的临时用地和复垦井站进行土地复垦效果监测及管护。

表 6.3-2 土地复垦工程时序近期年度工作计划

复垦阶段	复垦单元	拟复垦面积 (hm ²)	复垦时序安排
2021~2022	井场永久用地	0.077	井场：龙1井
	道路永久用地	0.0400	
	小计	0.1170	
2022~2023	井场永久用地	0.2758	井场：龙8井 管线：龙002-4至龙002-9-1管线T接点
	管线临时用地	0.2496	
	小计	0.5254	
2023~2024	井场永久用地	0.3620	井场：龙002-4井 管线：龙002-9-1井至新观首站
	道路永久用地	0.0263	
	管线临时用地	0.1838	
	小计	0.5721	
2024~2025	井场永久用地	0.7347	井场：龙002-9-1井 管线：龙1井至龙15井
	道路永久用地	0.0332	
	管线临时用地	0.2553	
	小计	1.0232	
2025~2026	管线临时用地	0.6534	管线：龙002-H2井至龙9井
	小计	0.6534	
合计		2.8911	

表 6.3-3 土地复垦近期年度工作安排

复垦阶段	复垦单元	拟复垦							主要工程量													
		小计	灌木林地	旱地	其他林地	水田	乔木林地	农村道路	砌体拆除 (100m ³)	混凝土拆除 (100m ³)	废渣剥离 (100m ³)	场地清理 (100m ³)	土地平整 (hm ²)	田埂修筑 (100m ³)	排水沟修建 (100m ³)	碎石路面修补 (100m ³)	培肥 (Kg)	草籽 (Kg)	乔木(株)		灌木(株)	
																			马尾松	侧柏	马桑	凤尾竹
2021~2022	井场永久	0.0770					0.0770	0.4747	0.6159	0.9239	0.7699	0.0770				192.48		31	31			
	道路永久	0.0400					0.0400				0.0400	0.0400			0.3995							
	小计	0.1169					0.0770	0.4747	0.6159	0.9239	0.8099	0.1169			0.3995	192.48		31	31			
2022~2023	井场永久	0.2758		0.2589			0.0170	0.7571	2.2067	2.7584	3.3101	0.2758	0.6213	0.1243		1207.37		7	7			
	管线临时	0.2496					0.2496									624.02		100	100			
	小计	0.5254		0.2589			0.2666	0.7571	2.2067	2.7584	3.3101	0.2758	0.6213	0.1243		1831.38		107	107			
2023~2024	井场永久	0.3620		0.3046			0.0574		1.4482	3.6204	3.6204	0.3620	0.7311	0.1462		1514.32		23	23			
	道路永久	0.0263					0.0263				0.0263	0.0263			0.2625							
	管线临时	0.1838					0.1838									459.43		74	74			
	小计	0.5721		0.3046			0.2412	0.0263	1.4482	3.6204	3.6467	0.3883	0.7311	0.1462	0.2625	1973.76		96	96			
2024~2025	井场永久	0.7347				0.6444	0.0902		2.9387	5.8773	10.2853	0.7347	1.5466	0.3093		3125.53		36	36			
	道路永久	0.0332					0.0332		0.6630	0.6630	0.0332	0.0332				82.88	2.65	13	13			
	管线临时	0.2553					0.2553									638.17		102	102			
	小计	1.0231				0.6444	0.3787		3.6017	6.5403	10.3185	0.7678	1.5466	0.3093		3846.57	2.65	151	151			
2025~2026	管线临时	0.6534														1633.38		261	261			
	小计	0.6534														1633.38		261	261			
合计		2.8910		0.5635		0.6444	0.9635	0.0662	1.2319	7.8725	13.8431	18.0851	1.5489	2.8990	0.5798	0.6620	9477.57	2.65	647	647		

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额》（财综[2011]128号）；
- 2、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128号）；
- 3、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128号）；
- 4、中国地质调查局《地质调查项目预算标准（2010年试用）》；
- 5、《四川省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（川府发〔2018〕19号）；
- 6、财政部、税务总局《关于调整增值税税率的通知》财税〔2018〕32号；
- 7、材料价格通过查询造价信息网。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

表 7.2-1 矿山地质环境治理总体部署

实施阶段	监测项目及内容		单位	各区工作量		合计工程量	备注
				苍溪县	旺苍县		
方案服务期	地质灾害监测	井站场监测点	个	5		5	井场斜坡区域
		井站场监测	次	1260		1260	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
		管道监测点	个	17	1	18	陡坡、陡坎地段

		管道监测	次	3996	540	4536	旱季每月1次（10月至次年的5月），汛期每月2次（6-10月）
含水层监测		监测点	个	5		5	利用水井、施工监测井监测
		施工监测井	口	2		2	施工2口监测井，设计深度100m
		水质监测	次	840		840	水质每年12次
		水量、水位监测	次	840		840	水位每年12次
		地形地貌景观和土地资源监测	次	5		5	遥感解译，每3年1次，共计10次
地表水监测		监测点	个	2		2	溪沟、河流域
		水质监测	次	168		168	监测周期每年6次
		水量监测	次	168		168	监测周期每年6次
土壤监测		监测点	个	4		4	井场周围
		土壤监测	次	112		112	土样监测周期为每年2次

2、投资估算

本项目的矿山地质环境治理工程费用由工程施工费、监测费、其他费用、预备费几个部分构成。项目矿山地质环境治理工程总投资为383.87万元。

表 7.2-2 矿山地质环境治理工程投资估算总表

序号	工程名称	标准	各区投资		合计（万元）
			（万元）		
			苍溪县	旺苍县	
一	工程施工费		16.53	0.00	16.53
	1、监测井工程		16.53	0.00	16.53

二	设备费		0.00	0.00	0.00
三	监测费	据实估算	295.56	5.40	300.96
四	其他费用		40.57	0.70	41.27
	1、建设管理费	前三部分的 2% 计列	6.24	0.11	6.35
	2、建设监理费	前三部分的 2% 计列	6.24	0.11	6.35
	3、竣工验收费	前三部分的 3% 计列	9.36	0.16	9.52
	4、科研勘测设计费	前三部分的 6% 计列	18.73	0.32	19.05
五	预备费	前四部分的 7% 计列	24.69	0.43	25.11
六	总投资		377.34	6.53	383.87

(二) 单项工程量与投资估算

(1) 工程施工费

本项目不涉及专项矿山地质环境治理工程。施工主要涉及 2 口含水层监测井钻探施工，初步设计井深 100m。根据预算，含水层监测井投资估算约 16.53 万元。

表 7.2-3 单口监测井预算表（设计井深 100m）

序号	项目名称	单位	工程量	单价 (元)	总价 (元)	备注
一	凿井费用				37382.8	
1	0.0-5.0m 松散I类	m	5	202.8	1014	单价 =130×1.0×1.2×1.3
2	5-35 基岩II类	m	30	446.16	13384.8	单价 =130×2.6×1.2×1.1
	35-50 基岩II类	m	15	405.6	6084	单价 =130×2.6×1.2×1.0
3	50-100.0 基岩II类	m	50	338	16900	单价 =130×2.6×1.0×1.0
二	洗井				8400	
1	洗井费	台班	10	840	8400	
三	止水固井	次	1	10000	10000	
四	管材费用				8950	
1	Φ325 钢管	m	5	350	1750	
2	Φ219 钢管	m	15	220	3300	

3	Φ219 花管	m	15	260	3900	
五	水泥	t	2	450	900	
六	监测用水泵	台	1	5000	5000	水泵 5m ³
七	井台制作	个	4	500	2000	
八	钻探设备进出场费				10000	往返 740km
合计	费用总计	元	82632.8			

(2) 监测费

监测费用中的水质、土壤污染及遥感解译收费标准主要参照现行市场价。估算整个服务期总监测费用为 300.96 万元。

表 7.2-4 矿山地质环境监测费估算表

监测项目 及内容	单位	分区工程量		工程 量合 计	单价	分区投资		合计	
					(万 元)	(万元)		(万 元)	
		苍溪县	旺苍县			苍溪 县	旺苍县		
地质灾 害监 测	井站 场监 测	次	1260		1260	0.01	12.6	0	12.6
	管道 监测	次	3996	540	4536	0.01	39.96	5.4	45.36
含水层 监测	水质 监测	次	840		840	0.12	100.8	0	100.8
	水量、 水位 监测	次	840		840	0.04	33.6	0	33.6
地形地貌 景观和土 地资源监 测	次	5			5	15	75	0	75

地表水监测	水质监测	次	168		168	0.12	20.16	0	20.16
	水量监测	次	168		168	0.02	3.36	0	3.36
土壤监测	土壤监测	次	112		112	0.09	10.08	0	10.08
投资合计 (万元)							295.56	5.4	300.96

(3) 其他费用

由建设管理费、工程建设监理费、科研勘测设计费、竣工验收费等费用组成。其中，建设管理费按工程施工费、设备费、监测费用之和的 2% 计取，工程建设监理费按工程施工费、设备费、监测费用之和的 2% 计取，竣工验收费按工程施工费、设备费、监测费用之和的 3% 计取，科研勘测设计费按工程施工费、设备费、监测费用之和的 6% 计取。其他费用合计约 41.27 万元。

(4) 预备费

预备费按前四部分合计的 7% 计取，合计约 25.11 万元。

三、土地复垦工程经费估算

(一) 总工程量与投资估算

1、总工程量

通过统计整合，土地复垦工程量主要由土地复垦预防工程量、矿区土地复垦工程量、矿区土地复垦监测与管护工程量三部分组成，土地复垦总工程量汇总表为表 7.3-1。

表 7.3-1 土地复垦工程量汇总表

序号	工程或费用名称	计量单位	复垦工作量		
			苍溪县	旺苍县	工程量合计
一	土壤重构工程				

(一)	平整工程				
	砌体拆除	m ³	1063.89		1063.89
	素混凝土拆除	m ³	11292.75		11292.75
	废渣剥离	m ²	9961.09		9961.09
	弃渣清运	m ³	22317.73		22317.73
	土地平整	m ²	97229		97229
(二)	生物化学工程				
[一]	土壤培肥				
1	机械地力培肥（耕地） 土类级别一、二类土	hm ²	3.7936		3.7936
2	其他土地培肥	hm ²	44.0541	9.4646	53.5187
二	植被重建工程				
1	马尾松造林	株	17439	3786	21225
2	万年青造林	株	17439	3786	21225
3	马桑造林	株	413		413
4	凤尾竹造林	株	413		413
5	林下撒草	hm ²	0.4560		0.456

2、投资估算

通过分析不同复垦对象，结合其损毁特点、复垦方向、复垦措施等，确定土地复垦费用构成，包括工程施工费（含工程措施施工费和生化措施施工费）、设备费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、复垦监测与管护费和预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）五大部分组成。

(1) 工程施工费

工程施工费是指在复垦过程中采用工程措施和生化措施进行复垦而发生的一切费用的总和，由工程措施施工费和生化措施施工费组成，是土地复垦费用的主要构成部分。工程施工费包含直接费、间接费、企业利润和税金四项费用。

1) 直接费

由直接工程费、措施费组成。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

a 人工费：人工费单价计算参照《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128号）计算办法，同时结合《四川省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（川府发〔2018〕19号）。本方案确定的工资标准不低于四川省旺苍县、苍溪县最低工资标准（1800元/月）。结合四川省实际情况，本方案确定当地人工费用基本工资标准为：甲类工 2000元/月，乙类工资 1800元/月。经计算，矿区人工费单价分别是甲类工 161.56元/和乙类工 141.21元/工日。甲类工、乙类工日单价计算见表 7.3-2 和表 7.3-3。

表 7.3-2 人工日单价计算表（甲类工）

序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	$2000 \times 1.00 \times 12 / (250 - 10)$	100.00
2	辅助工资	$0 + 5.06 + 0.8 + 3.08$	8.94
(1)	地区津贴		
(2)	施工津贴	$3.5 \times 365 \times 0.95 / (250 - 10)$	5.06
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) / 2 \times 0.2$	0.80
(4)	节日加班津贴	$100 \times (3 - 1) \times 11 / 250 \times 0.35$	3.08
3	工资附加费	$15.25 + 2.18 + 19.61 + 4.36 + 1.63 + 2.18 + 7.41$	52.62
(1)	职工福利基金	$(100 + 8.94) \times 14\%$	15.25
(2)	工会经费	$(100 + 8.94) \times 2\%$	2.18
(3)	养老保险	$(100 + 8.94) \times 18\%$	19.61
(4)	医疗保险	$(100 + 8.94) \times 4\%$	4.36
(5)	工伤保险费	$(100 + 8.94) \times 1.5\%$	1.63
(6)	职工失业保险基金	$(100 + 8.94) \times 2\%$	2.18
(7)	住房公积金	$(100 + 8.94) \times 6.8\%$	7.41
4	人工工日预算单价	$100 + 8.94 + 52.62$	161.56

表 7.3-3 人工日单价计算表（乙类工）

序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	$1800 \times 1.00 \times 12 / (250 - 10)$	90.00
2	辅助工资	$0 + 2.89 + 0.4 + 1.19$	4.48
(1)	地区津贴		
(2)	施工津贴	$2 \times 365 \times 0.95 / (250 - 10)$	2.89
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) / 2 \times 0.1$	0.40
(4)	节日加班津贴	$90 \times (3 - 1) \times 11 / 250 \times 0.15$	1.19
3	工资附加费	$13.23 + 1.89 + 18.9 + 3.78 + 1.42 + 1.89 + 5.62$	46.73
(1)	职工福利基金	$(90 + 4.48) \times 14\%$	13.23
(2)	工会经费	$(90 + 4.48) \times 2\%$	1.89
(3)	养老保险	$(90 + 4.48) \times 20\%$	18.90
(4)	医疗保险	$(90 + 4.48) \times 4\%$	3.78
(5)	工伤保险费	$(90 + 4.48) \times 1.5\%$	1.42
(6)	职工失业保险基金	$(90 + 4.48) \times 2\%$	1.89
(7)	住房公积金	$(90 + 4.48) \times 5.95\%$	5.62
4	人工工日预算单价	$90 + 4.48 + 46.73$	141.21

b.材料费=定额材料用量×材料预算单价。材料价格信息来源于四川价格信息网、四川建设工程信息网发布的 2020 年 6 月材料价格；同时参考四川省旺苍县、苍溪县实际材料市场价格。材料用量依据《土地开发整理预算定额》（财综[2011]128 号）制定。

表 7.3-4 主要材料预算单价表

材料名称	单位	单价（元）	材料名称	单位	单价（元）
水	m ³	2.87	有机肥	t	2000
电	kwh	1.5	中砂	t	220
0#柴油	kg	3.62	马尾松	株	135
92#汽油	元/升	7.15	侧柏	株	63.67

c.施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。定机械使用量依据《土地开发整理预算定额》（财综[2011]128 号）制定，施工机械台班费依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）制定。

表 7.3-5 机械台班费

定额 编号	机械名称及 规格	台班费 (元)	一类 费用 (元)	二类费用 (元)													
				二类 费用 合计	人工费		动力燃 料费 小计	汽油 (kg)		柴油 (kg)		电 (kw.h)		水 (m ³)		风 (m ³)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
JX1005	单斗挖掘机 油动 1.2m ³	986.81	354.09	632.72	2	161.56	309.60			86	3.6						
JX1011	装载机 2m ³	933.39	243.07	690.32	2	161.56	367.20			102	3.6						
JX1015	推土机 74kw	710.13	189.01	521.12	2	161.56	198.00			55	3.6						
JX1023	拖拉机 履带 式 功率(kw) 40~55	530.31	52.39	477.92	2	161.56	154.80			43	3.6						
JX1032	自行式平地 机 118kw	1006.49	366.57	639.92	2	161.56	316.80			88	3.6						
JX1054	风镐	80.65	3.85	76.80			76.80									320	0.24
JX4012	自卸汽车 8t	680.48	188.16	492.32	2	161.56	169.20			47	3.6						
JX6001	电动空气压 缩机 3m ³ /min	290.04	26.51	263.53	1	161.56	101.97					103	0.99				

②措施费

措施费主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全及文明施工措施费。

措施费=直接工程费×措施费率。结合本项目土地复垦施工特点，并参照《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128号）计算规定，确定本方案措施费按直接工程费的5%计算。

2) 间接费

间接费由规费和企业管理费组成。结合本项目土地复垦工程施工特点，间接费按直接工程费的6%计算。

3) 利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率取7%。

4) 税金

根据《财政部国家税务总局关于全面推开营业税改征增值税试点的通知》财税[2016]36号，自2018年3月1日起，建筑业和房地产业【包括土地整理项目】适用9%的税率，本方案税率为9%。

税金计算公式为：税金 = (直接费+间接费+利润) × 9%。

(2) 设备费

本项目无设备购置。

(3) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管管理费组成。

1) 前期工作费

前期工作费指土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、土地复垦方案编制费、阶段性实施方案编制费、科研试验费和工程招标代理费。

2) 工程监理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

3) 竣工验收费

竣工验收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等

发生的各项支出，包括项目工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、复垦后土地重估与登记费和标识设定费。以工程施工费和设备购置费之和为基数，按照相应的差额定率累进法计算。

4) 业主管理费

业主管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-6 其他费用取值表

序号	工程类别	计算基础	费率
1	前期工作费	工程施工费+设备费	6
2	工程监理费		2
3	竣工验收费		3
4	业主管理费	工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和	2

(4) 监测与管护费

监测费包括复垦后土壤效果费用。监测费用根据监测指标、监测点数量、监测次数以及监测过程中需要的设施设备及消耗性材料等具体确定。

管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。方案确定耕地管护工程单价费用为 1500 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{年}$)，其他管护工程单价费用为 900 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{年}$)。

(5) 预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费。

1) 基本预备费

基本预备费指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。基本预备费按工程施工费和其他费用之和的 7.00% 计取。

2) 价差预备费

价差预备费是对建设工期较长的投资项目，对工期内可能发生的材料、人工、设备、施工机械等价格上涨，以及费率、利率、汇率等变化，而引起项目投资的

增加，需要事先预留的费用，亦称涨价预备费，涨价预备费率取 6%。

3) 风险金

与基本预备费、涨价预备费不同，风险金是可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。风险金按工程施工费的 6%计取。

(6) 投资估算

通过投资估算，本项目土地复垦静态总投资 2020.52 万元。其中，工程施工费 1319.86 万元，其他费用 193.45 万元，监测和管护费 371.48 万元，预备费 736.48 万元。复垦土地总面积为 113.6479hm²，复垦土地亩均静态投资为 11852.51 元/亩。动态投资总额为 2621.27 万元；复垦土地亩均动态投资 15376.56 元/亩。

表 7.3-7 土地复垦总投资估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）		
		苍溪县	旺苍县	合计
一	工程施工费	1219.87	99.99	1319.86
(一)	土壤重构工程	784.90	7.19	792.09
(二)	植被重建工程	428.91	92.80	521.71
(三)	配套工程	6.06		6.06
二	设备费			0.00
三	其他费用	177.30	16.15	193.45
(一)	前期工作费	71.70	6.73	78.43
(二)	工程监理费	25.74	2.40	28.14
(三)	拆迁补偿费			0.00
(四)	竣工验收费	44.18	3.86	48.04
(五)	业主管理费	35.68	3.16	38.84
四	监测与管护费	307.56	63.92	371.48
(一)	监测与管护工程	307.56	63.92	371.48
五	预备费	667.68	68.80	736.48
(一)	基本预备费	51.14	5.40	56.54
(二)	价差预备费	543.35	57.40	600.75
(三)	风险金	73.19	6.00	79.19
六	静态总投资	1829.06	191.46	2020.52
七	动态总投资	2372.41	248.86	2621.27

(二) 单项工程量与投资估算

1、工程施工费

工程施工费由工程措施施工费和生化措施施工费组成，是土地复垦费用的主要构成部分，工程施工费为 1319.86 万元。

表 7.3-8 工程施工费投资估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	单价 (元)	工程量		合计 (万元)		
				旺苍县	苍溪县	旺苍县	苍溪县	合计
一	土壤重构工程					7.19	784.90	792.09
(一)	平整工程						745.40	745.40
	砌体拆除	m ³	311.39		1064		33.13	33.13
	素混凝土拆除	m ³	540.44		11293		610.32	610.32
	废渣剥离	m ²	1.16		49805		5.78	5.78
	弃渣清运	m ³	35.03		22318		78.18	78.18
	土地平整	m ²	1.85		97229		17.99	17.99
(二)	修筑田埂	m ³					1.23	1.23
(1)	土埂修筑	m ³	13.63		903		1.23	1.23
(三)	生物化学工程					7.19	38.27	45.46
[一]	土壤培肥					7.19	38.27	45.46
1	机械地力培肥 (耕地) 土类级别 一、二类土	hm ²	12587.30		3.7936		4.78	4.78
2	其他土地培肥	hm ²	7601.56	9.4646	44.0541	7.19	33.49	40.68
二	植被重建工程					92.80	428.91	521.71
1	马尾松造林	株	162.20	3786	17439	61.41	282.86	344.27
2	万年青造林	株	82.90	3786	17439	31.39	144.57	175.96
3	马桑造林	株	9.84		413		0.41	0.41
4	凤尾竹造林	株	15.46		413		0.64	0.64
5	林下撒草	hm ²	8582.15		0.5035		0.43	0.43
三	配套工程						6.06	6.06
1	道路工程	m ²	25.39		2174		5.52	5.52
2	排水沟	m ³	29.93		181		0.54	0.54
						99.99	1219.87	1319.86

表 7.3-9 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费	直接工程费	措施费	间接费	利润	价差	税金	综合单价
一	土壤重构工程										
(一)	平整工程										
	砌体拆除	m ³		261.66	252.32	9.34	15.70	8.32		25.71	311.39
	素混凝土拆除	m ³		454.13	433.74	20.39	27.25	14.44		44.62	540.44
	废渣剥离	m ²	1876	0.78	0.75	0.03	0.05	0.03	0.20	0.10	1.16
	弃渣清运	m ³	10750.64	23.81	22.96	0.85	1.67	0.76	5.90	2.89	35.03
	土地平整	m ²	9362.16	1.30	1.25	0.05	0.08	0.04	0.29	0.15	1.85
(二)	生物化学工程		21988.8								
[一]	土壤培肥		102229								
1	机械地力培肥（耕地） 土类 级别 一、二类土	hm ²		10414.48	10042.89	371.59	624.87	331.18	177.45	1039.32	12587.30
2	其他土地培肥	hm ²		6225.00	6002.89	222.11	373.50	197.96	177.45	627.65	7601.56
二	植被重建工程		5.9304								
1	马尾松造林	株	51.6474	10.17	9.81	0.36	0.61	0.32	137.70	13.39	162.20
2	万年青造林	株		10.17	9.81	0.36	0.61	0.32	64.94	6.84	82.90
3	马桑造林	株	20477	6.88	6.63	0.25	0.41	0.22	1.53	0.81	9.84
4	凤尾竹造林	株	20477	12.99	12.53	0.46	0.78	0.41		1.28	15.46
5	林下撒草	hm ²	182	1716.00	1654.77	61.23	102.96	54.57	6000.00	708.62	8582.15

2、设备费

本项目无设备购置。

3、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费组成。依据各项费用计算技术和费率取值，计算得出其他费用总计 193.45 万元。

表 7.3-10 其他费用投资估算表

序号	费用名称	基价 (万元)		费率 %	合计 (万元)		
		旺苍县	苍溪县		旺苍县	苍溪县	合计
一	前期工作费				6.73	71.70	78.43
1	土地清查费	99.99	1219.87	0.5%	0.50	6.10	6.60
2	项目可行性研究费				1.00	7.21	8.21
3	项目勘测费	99.99	1219.87	1.65%	1.65	20.13	21.78
4	项目设计与预算编制费	2.8	29.64	1.1	3.08	32.60	35.68
5	项目招标代理费				0.50	5.66	6.16
二	工程监理费				2.40	25.74	28.14
三	拆迁补偿费						0.00
四	竣工验收费				3.86	44.18	48.04
1	工程复核费				0.70	8.07	8.77
2	工程验收费				1.40	16.14	17.54
3	项目决算编制与审计费				1.00	11.26	12.26
4	整理后土地重估与登记 费				0.65	7.46	8.11
5	标识设定费				0.11	1.25	1.36
五	业主管理费				3.16	35.68	38.84

4、监测与管护费

监测费为复垦后土壤效果监测费用。监测费用根据监测指标、监测点数量、监测次数以及监测过程中需要的设施设备及消耗性材料等具体确定。根据每个监测点的具体监测时间，计算出损毁监测累计监测时间，通过参考《四川省环境监测收费项目及标准》估算出总监测费用。管护费是对复垦区域土地植被进行有针

对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝等管护工作所发生的费用，估算得出总监测管护费用为 371.48 万元。

表 7.3-11 土地复垦监测与管护费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	单价(元)	工程量		合计(万元)		
				苍溪县	旺苍县	苍溪县	旺苍县	合计
一	监测与管护工程					307.56	63.92	371.48
(一)	监测工程					16.80	0	16.80
1	土壤质量监测	次	1500.00	112		16.80	0.00	16.80
(二)	管护工程					30.88	6.79	37.67
1	耕地管护(三年)	hm ²	1500.00	120.0093	26.6592	18.00	4.00	22.00
2	其他土地管护(三年)	hm ²	900.00	143.1519	31.0080	12.88	2.79	15.67
(三)	土壤培肥	hm ²				259.88	57.13	317.01
1	机械地力培肥(耕地) 土类级别 一、二类土	hm ²	12587.30	120.0093	26.6592	151.06	33.56	184.62
2	其他土地培肥	hm ²	7601.56	143.1519	31.0080	108.82	23.57	132.39

5、预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。根据计算基数和费率取值，计算出基本预备费 736.48 万元。

四、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦项目

静态总投资为 2404.39 万元。矿山地质环境保护与恢复治理项目总投资为 383.87 万元，其中，工程施工费总费用为 16.53 万元，监测费用 300.96 万元，其他费用 41.27 万元，预备费 25.11 万元。项目土地复垦静态总投资 2020.52 万元。其中，工程施工费 1319.86 万元，其他费用 193.45 万元，监测和管护费 371.48 万元，预备费 736.48 万元。复垦土地总面积为 113.6479hm²，复垦土地亩均静态投资为 11852.51 元/亩。动态投资总额为 2621.27 万元；亩均动态投资 15376.56 元/亩。

表 7.4-1 矿山地质环境保护与土地复垦总估算总表（单位：万元）

	序号	工程名称	标准	各县投资（万元）		合计 （万元）
				苍溪县	旺苍县	
矿山地质环境保护	一	工程施工费		16.53	0.00	16.53
		1、监测井工程		16.53	0.00	16.53
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	295.56	5.40	300.96
	四	其他费用		40.57	0.70	41.27
		1、建设管理费	前三部分的 2% 计列	6.24	0.11	6.35
		2、建设监理费	前三部分的 2% 计列	6.24	0.11	6.35
		3、竣工验收费	前三部分的 3% 计列	9.36	0.16	9.52
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6% 计列	18.73	0.32	19.05
	五	预备费	前四部分的 7% 计列	24.69	0.43	25.11
	六	总投资		377.34	6.53	383.87
土地复垦	一	工程施工费		1219.87	99.99	1319.86
	(一)	土壤重构工程		784.9	7.19	792.09
	(二)	植被重建工程		428.91	92.8	521.71
	(三)	配套工程		6.06		6.06
	二	设备费				0
	三	其他费用		177.3	16.15	193.45
	(一)	前期工作费		71.7	6.73	78.43
	(二)	工程监理费		25.74	2.4	28.14
	(三)	拆迁补偿费				0
	(四)	竣工验收费		44.18	3.86	48.04
	(五)	业主管理费		35.68	3.16	38.84
四	监测与管护费		307.56	63.92	371.48	

	(一)	监测与管护工程		307.56	63.92	371.48
	五	预备费		667.68	68.8	736.48
	(一)	基本预备费		51.14	5.4	56.54
	(二)	价差预备费		543.35	57.4	600.75
	(三)	风险金		73.19	6	79.19
	六	静态总投资		1829.06	191.46	2020.52
	七	动态总投资		2372.41	248.86	2621.27
投资合计	一	静态总投资		2206.40	197.99	2404.39
	二	动态总投资		2749.75	255.39	3005.14

表 7.4-2 矿山地质环境保护与土地复垦近期投资估算表（单位：万元）

	序号	工程名称	标准	各区投资		合计 (万元)
				(万元)		
				苍溪县	旺苍县	
矿山地质环境保护	一	工程施工费		16.53	0.00	16.53
		1、监测井工程		16.53	0.00	16.53
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	105.30	5.40	110.70
	四	其他费用		15.84	0.70	16.54
		1、建设管理费	前三部分的2%计列	2.44	0.11	2.54
		2、建设监理费	前三部分的2%计列	2.44	0.11	2.54
		3、竣工验收费	前三部分的3%计列	3.65	0.16	3.82
		4、科研勘测设计费	前三部分的6%计列	7.31	0.32	7.63
	五	预备费	前四部分的7%计列	9.64	0.43	10.06
	六	总投资		147.30	6.53	153.83
	土地复垦	一	工程施工费		75.34	
(一)		土壤重构工程		60.27		60.27
(二)		植被重建工程		13.21		13.21
(三)		配套工程		1.86		1.86
二		设备费		0		0.00
三		其他费用		102.16	5.17	107.33
(一)		前期工作费		71.70	2.69	74.39
(二)		工程监理费		8.74	0.57	9.31
(三)		拆迁补偿费		0.00	0	0.00
(四)		竣工验收费		12.81	1.16	13.97

	(五)	业主管管理费		8.91	0.75	9.66
	四	监测与管护费		110.64	39.67	150.31
	(一)	监测与管护工程		110.64	39.67	150.31
	五	预备费		95.07	8.84	103.91
	(一)	基本预备费		8.64	1.34	9.98
	(二)	价差预备费		13.24	1.5	14.74
	(三)	风险金		73.19	6	79.19
	六	静态总投资		370.02	52.18	422.20
	七	动态总投资		383.26	53.68	436.94
投资合计	一	静态总投资		517.32	58.71	576.03
	二	动态总投资		530.56	60.21	590.77

表 7.4-3 矿山地质环境保护与土地复垦中期投资估算表（单位：万元）

	序号	工程名称	标准	各区投资		合计 (万元)
				(万元)		
				苍溪县	旺苍县	
矿山地质环境保护	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	105.30	5.40	110.70
	四	其他费用		13.69	0.70	14.39
		1、建设管理费	前三部分的2%计列	2.11	0.11	2.21
		2、建设监理费	前三部分的2%计列	2.11	0.11	2.21
		3、竣工验收费	前三部分的3%计列	3.16	0.16	3.32
		4、科研勘测设计费	前三部分的6%计列	6.32	0.32	6.64
	五	预备费	前四部分的7%计列	8.33	0.43	8.76
	六	总投资		127.32	6.53	133.85
	土地复垦	一	工程施工费		187.13	0
(一)		土壤重构工程		134.15		134.15
(二)		植被重建工程		50.61		50.61
(三)		配套工程		2.37		2.37
二		设备费		0	0	0
三		其他费用		26.12		26.12
(一)		前期工作费		0		0
(二)		工程监理费		9.26		9.26
(三)		拆迁补偿费		0		0

	(四)	竣工验收费		9.73		9.73
	(五)	业主管理费		7.13		7.13
	四	监测与管护费		105.99	0	105.99
	(一)	监测与管护工程		105.99		105.99
	五	预备费		85.48	0	85.48
	(一)	基本预备费		9.58		9.58
	(二)	价差预备费		75.9		75.9
	(三)	风险金		0		0
	六	静态总投资		328.82	0	328.82
	七	动态总投资		404.72	0	404.72
投资合计	一	静态总投资		456.14	6.53	462.67
	二	动态总投资		532.04	6.53	538.57

表 7.4-4 矿山地质环境保护与土地复垦远期投资估算表（单位：万元）

	序号	工程名称	标准	各区投资		合计 (万元)
				(万元)		
				苍溪县	旺苍县	
矿山地质环境保护	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	74.16	5.40	79.56
	四	其他费用		9.64	0.70	10.34
		1、建设管理费	前三部分的2%计列	1.48	0.11	1.59
		2、建设监理费	前三部分的2%计列	1.48	0.11	1.59
		3、竣工验收费	前三部分的3%计列	2.22	0.16	2.39
		4、科研勘测设计费	前三部分的6%计列	4.45	0.32	4.77
	五	预备费	前四部分的7%计列	5.87	0.43	6.29
	六	总投资		89.67	6.53	96.20
	土地复垦	一	工程施工费		957.41	99.98
(一)		土壤重构工程		590.5	7.2	597.7
(二)		植被重建工程		365.09	92.78	457.87
(三)		配套工程		1.82	0	1.82
二		设备费		0	0	0
三		其他费用		49	10.98	59.98
(一)		前期工作费		0	4.04	4.04
(二)		工程监理费		7.72	1.83	9.55

	(三)	拆迁补偿费		0	0	0
	(四)	竣工验收费		21.65	2.7	24.35
	(五)	业主管理费		19.63	2.41	22.04
	四	监测与管护费		90.89	24.26	115.15
	(一)	监测与管护工程		90.89	24.26	115.15
	五	预备费		487.13	59.96	547.09
	(一)	基本预备费		32.92	4.06	36.98
	(二)	价差预备费		454.21	55.9	510.11
	(三)	风险金		0	0	0
	六	静态总投资		1130.22	139.28	1269.5
	七	动态总投资		1584.43	195.18	1779.61
投资合计	一	静态总投资		1219.89	145.81	1365.70
	二	动态总投资		1674.10	201.71	1875.81

(二) 近期年度经费安排

1、矿山地质环境近期年度经费安排

矿山地质环境治理近期年度为 5 年，即 2021 年 3 月~2026 年 3 月。根据总体部署，方案不需要补充矿山地质环境治理专项工程量，矿山恢复治理工作主要是开展地质灾害、地下含水层、土壤污染以及地形地貌景观和土地资源的影响破坏等矿山地质环境监测工作。近期矿山地质环境恢复治理工程建设资金投入为 153.83 万元，各年度恢复治理工程及费用安排如下表。

表 7.4-5 矿山地质环境近期年度经费安排

年度	序号	工程名称	标准	各区投资		合计 (万元)
				(万元)		
				苍溪县	旺苍县	
2021~2022	一	工程施工费		16.53	0.00	16.53
		1、监测井工程		16.53	0.00	16.53
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	30.06	1.08	31.14
	四	其他费用		6.06	0.14	6.20
		1、建设管理费	前三部分的 2% 计列	0.93	0.02	0.95
		2、建设监理费	前三部分的 2% 计列	0.93	0.02	0.95
		3、竣工验收费	前三部分的 3% 计列	1.40	0.03	1.43

			列			
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6%计列	2.80	0.06	2.86
	五	预备费	前四部分的 7%计列	3.68	0.09	3.77
	六	总投资		56.33	1.31	57.63
2022~2023	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	15.06	1.08	16.14
	四	其他费用		1.96	0.14	2.10
		1、建设管理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		2、建设监理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		3、竣工验收费	前三部分的 3%计列	0.45	0.03	0.48
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6%计列	0.90	0.06	0.97
		五	预备费	前四部分的 7%计列	1.19	0.09
	六	总投资		18.21	1.31	19.51
2023~2024	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	15.06	1.08	16.14
	四	其他费用		1.96	0.14	2.10
		1、建设管理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		2、建设监理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		3、竣工验收费	前三部分的 3%计列	0.45	0.03	0.48
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6%计列	0.90	0.06	0.97
		五	预备费	前四部分的 7%计列	1.19	0.09
	六	总投资		18.21	1.31	19.51
2024~2025	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00

	三	监测费	据实估算	30.06	1.08	31.14
	四	其他费用		3.91	0.14	4.05
		1、建设管理费	前三部分的 2%计列	0.60	0.02	0.62
		2、建设监理费	前三部分的 2%计列	0.60	0.02	0.62
		3、竣工验收费	前三部分的 3%计列	0.90	0.03	0.93
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6%计列	1.80	0.06	1.87
	五	预备费	前四部分的 7%计列	2.38	0.09	2.46
	六	总投资		36.35	1.31	37.65
2025~2026	一	工程施工费		0.00	0.00	0.00
		1、监测井工程		0.00	0.00	0.00
	二	设备费		0.00	0.00	0.00
	三	监测费	据实估算	15.06	1.08	16.14
	四	其他费用		1.96	0.14	2.10
		1、建设管理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		2、建设监理费	前三部分的 2%计列	0.30	0.02	0.32
		3、竣工验收费	前三部分的 3%计列	0.45	0.03	0.48
		4、科研勘测设计费	前三部分的 6%计列	0.90	0.06	0.97
	五	预备费	前四部分的 7%计列	1.19	0.09	1.28
	六	总投资		18.21	1.31	19.51
	近期总投资				147.30	6.53

2、土地复垦近期年度经费安排

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目土地复垦第 1 阶段时间为 2021 年 3 月~2026 年 3 月。针对前 5 年实施的土地复垦工作，将气田已经弃用、停采和明确不再进行生产的井站、井场及配套道路临时用地复垦，间歇性开采的井站等进行复垦。土地复垦近期年度投资如下。

表 7.4-7 土地复垦近期年度经费安排

年度	序号	工程名称	各县投资	合计（万元）
----	----	------	------	--------

			苍溪县	旺苍县	
2021	一	工程施工费	10.83		10.83
	(一)	土壤重构工程	9.18		9.18
	(二)	植被重建工程	0.64		0.64
	(三)	配套工程	1.01		1.01
	二	设备费	0		0.00
	三	其他费用	77.23	3.13	80.36
	(一)	前期工作费	71.70	2.69	74.39
	(二)	工程监理费	1.54	0.19	1.73
	(三)	拆迁补偿费			0.00
	(四)	竣工验收费	2.21		2.21
	(五)	业主管理费	1.78	0.25	2.03
	四	监测与管护费	23.61	13.07	36.68
	(一)	监测与管护工程	23.61	13.07	36.68
	五	预备费	76.99	6.54	83.53
	(一)	基本预备费	3.34	0.48	3.82
	(二)	价差预备费	0.46	0.06	0.52
	(三)	风险金	73.19	6	79.19
	六	静态总投资	188.25	22.68	210.93
	七	动态总投资	188.71	22.74	211.45
	2022	一	工程施工费	33.04	
(一)		土壤重构工程	30.78		30.78
(二)		植被重建工程	2.22		2.22
(三)		配套工程	0.04		0.04
二		设备费	0		0.00
三		其他费用	10.67	0.44	11.11
(一)		前期工作费			0.00
(二)		工程监理费	1.80	0.19	1.99
(三)		拆迁补偿费			0.00
(四)		竣工验收费	5.30		5.30
(五)		业主管理费	3.57	0.25	3.82
四		监测与管护费	22.72	13.11	35.83
(一)		监测与管护工程	22.72		22.72
五		预备费	4.22	0.86	5.08
(一)		基本预备费	1.99	0.41	2.40
(二)		价差预备费	2.23	0.45	2.68
(三)		风险金	0	0	0.00
六	静态总投资	68.42	13.96	82.38	
七	动态总投资	70.65	14.41	85.06	
2023	一	工程施工费	11.92		11.92

	(一)	土壤重构工程	9.19		9.19
	(二)	植被重建工程	2.01		2.01
	(三)	配套工程	0.72		0.72
	二	设备费	0		0.00
	三	其他费用	5.79	1.6	7.39
	(一)	前期工作费			0.00
	(二)	工程监理费	1.80	0.19	1.99
	(三)	拆迁补偿费			0.00
	(四)	竣工验收费	2.21	1.16	3.37
	(五)	业主管理费	1.78	0.25	2.03
	四	监测与管护费	23.55	13.49	37.04
	(一)	监测与管护工程	23.55		23.55
	五	预备费	3.94	1.44	5.38
	(一)	基本预备费	1.24	0.45	1.69
	(二)	价差预备费	2.7	0.99	3.69
	(三)	风险金	0	0	0.00
	六	静态总投资	42.5	15.54	58.04
	七	动态总投资	45.2	16.53	61.73
2024	一	工程施工费	13.68		13.68
	(一)	土壤重构工程	10.72		10.72
	(二)	植被重建工程	2.87		2.87
	(三)	配套工程	0.09		0.09
	二	设备费	0		0.00
	三	其他费用	3.39		3.39
	(一)	前期工作费			0.00
	(二)	工程监理费	1.80		1.80
	(三)	拆迁补偿费			0.00
	(四)	竣工验收费	0.88		0.88
	(五)	业主管理费	0.71		0.71
	四	监测与管护费	19.81		19.81
	(一)	监测与管护工程	19.81		19.81
	五	预备费	4.74		4.74
	(一)	基本预备费	1.11		1.11
	(二)	价差预备费	3.63		3.63
	(三)	风险金	0		0.00
	六	静态总投资	37.99	0	37.99
	七	动态总投资	41.62		41.62
	2025	一	工程施工费	5.87	
(一)		土壤重构工程	0.40		0.40
(二)		植被重建工程	5.47		5.47
(三)		配套工程	0.00		0.00

二	设备费	0		0.00
三	其他费用	5.08		5.08
(一)	前期工作费			0.00
(二)	工程监理费	1.80		1.80
(三)	拆迁补偿费			0.00
(四)	竣工验收费	2.21		2.21
(五)	业主管理费	1.07		1.07
四	监测与管护费	20.95		20.95
(一)	监测与管护工程	20.95		20.95
五	预备费	5.18		5.18
(一)	基本预备费	0.96		0.96
(二)	价差预备费	4.22		4.22
(三)	风险金	0		0.00
六	静态总投资	32.86	0	32.86
七	动态总投资	37.08		37.08

3、矿山近期年度经费安排

表 7.4-8 近期年度经费安排计划表

年度	投资组成（万元）				投资合计（万元）	
	矿山地质环境治理		土地复垦治理			
	苍溪县	旺苍县	苍溪县	旺苍县	苍溪县	旺苍县
2021 年度	56.33	1.31	188.25	22.68	244.58	23.99
2022 年度	18.21	1.31	68.42	13.96	86.63	15.27
2023 年度	18.21	1.31	42.50	15.54	60.71	16.85
2024 年度	36.35	1.31	37.99	0.00	74.34	1.31
2025 年度	18.21	1.31	32.86	0.00	51.07	1.31
合计	147.30	6.53	370.02	52.18	517.32	58.71

第八章保障措施与效益分析

一、组织保障

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司拟在矿区设立矿山地质环境保护与土地复垦实施管理机构，并设专人负责矿区地质环境恢复治理与土地复垦工作，同时制订严格的工作制度，落实领导责任制，直接由领导分管。管理机构组织相关人员学习《土地复垦条例》等国家政策文件和本方案，并在生产建设的过程中按照方案的要求完成矿山地质灾害治理和土地复垦工作。

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦工作的负责人负责协调本方案与主体工程的关系，负责组织实施审批的矿山地质环境保护与土地复垦方案，实施管理矿山地质环境保护与土地复垦方案，确保矿山地质环境保护与土地复垦工作如期推进，并与四川省苍溪县、旺苍县自然资源局紧密协作，自觉配合地方自然资源部门的监督检查。对监督检查中发现的问题及时处理，以便恢复治理工程顺利实施。同时做好主管部门监督检查情况的记录，对监督检查中发现的问题及时处理。

管理机构将严格按照建设工程招投标制度，选择和确定施工队伍，并对施工队伍的资质、人员的素质、能力进行严格的考核。同时，加强规章制度建设和业务学习培训，防止质量事故、安全事故的发生。矿山地质环境保护与土地复垦管理机构定期向矿方领导汇报项目进展情况、资金使用情况以及项目进度安排和资金预算。

二、技术保障

严格遵循“保护、预防和控制为主，生产建设与地质灾害治理和复垦相结合”的原则，及时对土地损毁情况进行动态监测和评价。在施工过程中，针对各个环节把好质量关，做到工程有设计、质量有保证、竣工有验收、实施有监理、定期有监测的防治体制。主要保障措施包括：

1、项目施工设计：根据本方案，委托有设计资质的单位进行施工图设计。合理划分工作段，科学安排治理工作计划。

2、配备相应的专业技术队伍，并有针对性地开展专业技术培训，应强化施工人员的矿山地质环境保护意识，提高施工人员的矿山地质环境保护与治理技术水平，以确保矿山环境保护与治理工程按期保质保量完成。要依据本矿山批复的“矿山地质环境保护与土地复垦方案”，因地制宜，因害设防。

3、严格按照矿山地质环境保护与土地复垦工程程序进行施工，严禁为提高工程进度而简化程序，进而忽视质量关；确保各项工程按设计要求达到高标准、高质量，并按期完成。

4、施工现场有技术指导，并将责任严格落实到人；施工时遇到问题及时组织专家咨询研讨。

5、积极探索施工新方法、新技术，运用先进可靠的工艺流程，新技术使用前进行科学试验，确保工程质量目标的实现。

6、加强工程质量管理，按照科技进步、科技创新的原则，采用新技术、新方法，建立完善的质量保证体系，提高矿山治理项目的科技含量，实现保护与治理后的生态效益与经济、社会效益共赢。

7、项目施工过程中，严格遵守国家规定的工程建设程序，实施工程监理制、合同管理制、工程质量负责制、施工验收审计制等制度，规范工程管理行为。

三、资金保障

（一）矿山地质环境保护资金保障措施

本矿山地质环境保护与治理恢复资金由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司负责筹集，矿山企业按照国务院《关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》国发〔2017〕29号关于“将矿山环境治理恢复保证金调整为矿山环境治理恢复基金”的有关要求，成立矿山地质环境保护基金。根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案，将矿山地质环境治理恢复费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在预计开采年限内按照产量比例

等方法摊销,并计入生产成本。同时,矿山企业需在其银行账户中设立基金账户,单独反映基金的提取情况。基金由企业自主使用,根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等,专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地形地貌景观破坏,地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿产地质环境监测等方面(不含土地复垦)。

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司将高度重视矿山地质环境治理工作,按相关方案制定的治理规划,分期分批把治理资金纳入每个年度预算之中,确保各项治理工作能落实到位。

(二) 矿山土地复垦资金保障措施

按照《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》的规定,预存的土地复垦费用遵循“土地复垦义务人所有,国土资源主管部门监管,专户储存专款使用”的原则。为了切实落实土地复垦工作,中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司将在生产成本中足额列支土地复垦费用,并存入土地复垦费用专门账户,专项用于损毁土地的复垦。根据《土地复垦条例》和其他相关法律法规的规定,为落实土地复垦费用,保障土地复垦的顺利开展,中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、四川省苍溪县、旺苍县自然资源部门和银行应本着平等、自愿、诚实信用的原则,签订《土地复垦费用监管协议》。

1. 资金来源

矿区损毁土地的复垦工程费用,由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司负责,土地复垦费用全部纳入矿山生产成本。

2. 费用存储

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司根据《土地复垦费用使用监管协议》将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户。土地复垦费用按照“土地复垦义务人所有,国土资源主管部门监管,专户储存专款使用”的原则进行管理,并应建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度。

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司应当在方案通过审查后一

个月内，按照《土地复垦条例实施办法》预存土地复垦费用，分期将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，首次预存额占土地复垦费用总金额的 20%以上，在生产建设活动结束前一年预存完毕。土地复垦费用存储接受地方自然资源部门监督。

土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。不能按期存储土地复垦费用的，需向土地复垦费用共管账户缴纳滞纳金，滞纳金不能用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交四川省苍溪县、旺苍县自然资源部门备案。

表 8.3-1 土地复垦预存费用阶段计划表

阶段	年份	年度土地复垦预存额			阶段土地复垦预存额		
		苍溪县	旺苍县	合计 (万元)	苍溪县	旺苍县	合计 (万元)
1 (近期)	2021-2022 年	**	**	**	**	**	**
	2022-2023 年	**	**	**			
	2023-2024 年	**	**	**			
	2024-2025 年	**	**	**			
	2025-2026 年	**	**	**			
2 (中期)	2026-2027 年	**	**	**	**	**	**
	2027-2028 年	**	**	**			
	2028-2029 年	**	**	**			
	2029-2030 年	**	**	**			
	2030-2031 年	**	**	**			
3 (远期)	2031-2032 年	**	**	**	**	**	**
	2032-2033 年	**	**	**			
	2033-2034 年	**	**	**			
	2034-2035 年						

3.费用使用与管理

本项目的土地复垦费用专用账户，按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理，并将建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度，严格按照专款专用、单独核算的办法进行管理。按照规定的开支范围支出；实行专管，严格财务制度，规范财务手续，注明每一笔款项的使用情况。土地复

垦费用拨付由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司按照本方案确定的工作计划和土地复垦费用使用计划，向四川省苍溪县自然资源局和旺苍县自然资源局申请出具土地复垦费用支取通知书。主管部门出具土地复垦费用支取通知书后，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司凭土地复垦费用支取通知书，从土地复垦费用专门账户中支取土地复垦费用，专项用于土地复垦，严禁土地复垦资金挪作他用。对滥用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、处罚。

4 费用审计

本项目复垦费用分内部审计和外部审计。内部审计由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司进行，主要针对土地复垦费用的支出情况及有关土地复垦工作进行审查。外部审计由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司向四川省苍溪县自然资源局和旺苍县自然资源局申请组织和监督，委托会计事务所审计，审计内容包括复垦年度费用预算是否合理；复垦费用使用情况月度报表是否真实；复垦年度费用预算执行情况以及年度复垦费用收支情况；阶段复垦费用收支及使用情况；确定费用的会计记录正确无误，明细账和总账一致。

四、监管保障

按照《土地复垦条例实施办法》（2019年修正）的规定，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司将与四川省苍溪县自然资源局和旺苍县自然资源局银行共同签订土地复垦费用使用监管协议，按照《土地复垦条例实施办法》规定的原则明确土地复垦费用预存和使用的时间、数额、程序、条件和违约责任等。

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司在实施土地复垦工程前，依据审批的土地复垦方案、编制并实施阶段土地复垦计划和年度土地复垦实施计划，于每年12月31日前四川省苍溪县自然资源局和旺苍县自然资源局报告当年土地复垦义务履行情况，接受四川省苍溪县自然资源局和旺苍县自然资源局对土地复垦实施情况监督检查，接受社会对土地复垦实施情况的监督，对监督检查情况做好记录，对监督检查中发现的问题及时进行整改。

五、效益分析

（一）经济效益分析

复垦后的耕地经过培肥等管护措施后，土壤质量和肥力都会逐渐恢复，农作物产量也会慢慢的提高，复垦区域作物产量稳定时将和当地平均水平持平。矿山地质环境保护与土地复垦工程将增加可利用的土地面积。通过对土地的再利用带来相应的产值，创造良好的经济效益。

（二）生态效益分析

通过本方案土地复垦工程的实施，对损毁土地按照因地制宜的原则进行复垦，建立起新的土地利用体系。通过对矿区损毁土地的复垦和生态环境的恢复与建设，使土地的生产力和生态植被得到恢复，建立人工与自然复合的生态系统，形成新的人工和自然景观，不但能减轻因工程造成的水土流失问题，而且对土壤进行的培肥改良措施也改善了土地的组织结构，增加了土壤肥力，并改善了土壤质量，提高了土地生产力，使工程对生态环境的影响减少到最低，具有显著的生态效益。

（三）社会效益分析

四川省四川盆地九龙山天然气开采项目土地复垦对损毁土地利用结构进行重新调整，损毁土地重新得到合理的利用，有利于生产条件的改善和经济的可持续发展，对改善人们的生活水平有一定的帮助，也有利于当地的安定团结。因此，土地复垦不仅对生态环境有着重大意义，而且对保证区域可持续发展的重要组成部分，具有重要的社会效益。故本复垦方案的实施有利于矿区内经济、生态环境和社会的和谐发展。

六、公众参与

公众参与可以使公众了解项目建设可能带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增加公众对土地复垦工作的认同感。有助于增加规划的合理性。能够对土地

复垦工作的实施，包括复垦后的质量和效益等起到监督作用。

为了使土地复垦方案、规划设计、施工能更加完善合理，满足土地权属人和复垦义务人的要求，使本项目的土地复垦工程实现经济、环境和社会效益的和谐统一，项目组人员对该项目的土地权属人、行政主管部门、复垦义务人等开展了公众参与调查。

（一）公众参与过程

为使评价工作更具民主化、公众化、遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于天然气复垦项目点多、面广、线长的特点，此次参与主要采取问卷调查，让公众意见融入到整个土地复垦工程中，使本工程的土地复垦工程能满足土地权属人的要求，开展了公众参与调查。参与对象包括矿区涉及的自然资源主管部门、复垦区土地使用者、土地复垦义务人、土地权属人等。本项目的土地复垦公众参与调查表见表 8.6-1。

（二）公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施期间。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括地地复垦的方向、复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

1、方案编制前的公众参与

在方案编制前期，编制单位主要是进行前期踏勘和听取公众意见，当地群众对项目开展基本都给予支持，认为项目实施能够使损毁土地的生产力和生态植被得到恢复，提高了土地生产力，使工程对生态环境的影响减少到最低。

2、方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化、遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于天然气复垦项目点多、面广、线长的特点，

此次参与主要有当地群众问卷调查、相关政府部门意见收集，让公众意见融入到整个土地复垦工程中，此次调查主要是采取问卷调查的方式，参与对象包括复垦区土地使用者、土地复垦义务人、土地权属人等。本项目的土地复垦公众参与调查表见表 8.6-1。

本次公众调查采取抽样调查方式，同时对气田现场工作人员进行现场问卷调查，见照片 8.6-1~照片 8.6-4。本方案发放调查问卷 10 份，收回调查问卷 10 份，问卷有效率为 100%。调查表见附件。

调查问卷结果：矿区群众大多数人认为矿区不存在较严重的矿山地质环境问题，部分人认为存在生态损毁问题；矿山运营期间对居民生活最主要的影响是土地损毁，土地损毁之后影响最大的是农业耕种，其他方面也有影响；采矿带来的土地资源减少，最希望的缓解措施是进行土地复垦；矿山建设及开发对周围生态环境基本无影响。矿区群众担心本工程建设施工对土地的损毁复垦后土地的生产力有所担忧。对此，本工程土地复垦方案中已提出了具体生物化学措施，恢复土地的用地性质，提高土壤肥力，确保土地的生产力不降低。

矿区群众提出的主要建议有将损毁土地复垦为耕地、将废弃的矿山道路移交地方乡镇或村委会，用作乡村路网，方便矿区群众出行等。

照片 8.6-1 公众调查 1

照片 8.6-2 公众调查 2

照片 8.6-3 公众调查 3

照片 8.6-4 公众调查 4

3、方案实施期间公众参与计划

方案实施期间需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传矿山地质环境保护与土地复垦政策，努力起到模范带头作用。为保证公众能全程、全面参与，能有效、及时反馈意见，制定包括张贴公告以及充分利用电视、网络、微信、电话等多媒体手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让群众广泛加入到公众参与中来，形成全社会共同监督参与的机制。

表 8.6-1 矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

姓名		性别	男□女□	民族		年龄	
家庭住址							
文化程度	小学□初中□高中□中专□大学□硕士以上□						
职业	农民□工人□职员□干部□教师□学生□科技人员□						
<p>1 目前您认为矿区环境质量如何？ <input type="checkbox"/>环境质量良好<input type="checkbox"/>环境质量较好<input type="checkbox"/>环境质量一般<input type="checkbox"/>环境质量较差</p> <p>2 矿山开采后，您认为区域存在的主要环境问题： <input type="checkbox"/>地质灾害<input type="checkbox"/>水污染<input type="checkbox"/>土地污染<input type="checkbox"/>生态损毁<input type="checkbox"/>无环境问题</p> <p>3 您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施： <input type="checkbox"/>了解<input type="checkbox"/>了解一些<input type="checkbox"/>不了解</p> <p>4 矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响： <input type="checkbox"/>土地损毁<input type="checkbox"/>施工扬尘<input type="checkbox"/>施工废水<input type="checkbox"/>施工期的安全问题<input type="checkbox"/>施工车辆造成现有道路拥挤<input type="checkbox"/>增加工作机会<input type="checkbox"/>其它</p> <p>5 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响： <input type="checkbox"/>农田耕种<input type="checkbox"/>林业栽植<input type="checkbox"/>安全方面<input type="checkbox"/>居住环境方面</p> <p>6 对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解： <input type="checkbox"/>复垦造地<input type="checkbox"/>企业赔偿<input type="checkbox"/>政府补偿<input type="checkbox"/>其它</p> <p>7 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响： <input type="checkbox"/>有影响，影响较大<input type="checkbox"/>有影响，影响较小<input type="checkbox"/>无影响</p> <p>8 您认为土地压占或损毁后应如何处理？ <input type="checkbox"/>逐年赔偿损失<input type="checkbox"/>一次性赔偿损失<input type="checkbox"/>复垦并补偿<input type="checkbox"/>补偿并安置生产</p> <p>9 您认为在复垦资金有保障的情况下，由谁负责进行复垦更好？ <input type="checkbox"/>农民自己<input type="checkbox"/>土地部门<input type="checkbox"/>建设单位：</p> <p>10 您对该项目土地复垦持何种态度： <input type="checkbox"/>坚决支持<input type="checkbox"/>有条件赞成<input type="checkbox"/>无所谓<input type="checkbox"/>反对</p> <p>11 您认为何种复垦方式可行？ (1)损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人；<input type="checkbox"/> (2)损毁单位出资，农民复垦，出资单位与土地部门共同验收；<input type="checkbox"/> (3)损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收；<input type="checkbox"/> (4)以上三种方式，根据实际情况均可以接受。<input type="checkbox"/></p> <p>12 您对该项目土地复垦有何建议和要求： _____ _____</p>							

第九章 结论与建议

一、结论

(1) 中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司四川省四川盆地九龙山天然气开采项目，行政区划位于四川省苍溪县、旺苍县境内，开采矿种为天然气，矿权首次设立时间为 1989 年 4 月。气田是延续采矿权项目，矿权面积为 34.7196km²，生产设计规模为**m³/a，申请年限为 10 年（2021 年 3 月 17 日~2031 年 3 月 17 日）。

(2) 评估区地质环境属于重要区，地质环境复杂程度中等，矿山属于小型矿山，矿山地质环境影响评价级别为一级。

(3) 矿山地质环境影响评估

①现状评估：评估区分布 2 处地质灾害，全部为自然因素形成的地质灾害，规模全部为小型，2 处地质灾害防治工作均由地方自然资源局负责。气田设施距离唐洪坡崩塌最近的距离约 0.3km，距离龙王场镇龙王派出所滑坡最近的距离约 0.5km，地质灾害对气田设施威胁小；矿山开采对含水层影响较轻，水土环境污染较轻；矿山建设对地质地貌景观破坏严重。

②预测评估：加剧区域既有地质灾害的可能性小；采矿对含水层影响较轻，水土环境污染影响较轻；对地质地貌景观影响较轻。

(4) 土地损毁评估

①现状损毁：

气田井（站）场工程已损毁土地面积 10.9284hm²，其中永久用地面积 9.3684hm²，临时用地面积 1.56hm²。项目区压占、损毁土地类型以耕地、林地为主。已复垦面积土地面积 1.56hm²。

气田管线敷设方式均为开挖管沟、地下敷设，管线用地全部为临时用地，除管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地未复垦为原土地利用类型外，其余临时用地均已完成复垦工作，复垦面积为 47.8068hm²，复垦土地经过近 10-30 年的恢复，与周边农作物长势无异。管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地闭井后开

展植被重建。

项目区道路工程占地 0.4465hm^2 ，道路已复垦面积土地面积 0.092hm^2 。其中，临时用地在施工结束后及时进行复垦，恢复为原土地利用现状，现状条件下，大部分井场进场道路永久占地已由地方进行了水泥硬化，作为乡村路网使用。

(5) 矿山地质环境治理及土地复垦分区

①重点防治区

重点防治区主要是评估区内矿山开采及配套地面工程设施建设区域，总面积约 38.46hm^2 。主要存在的矿山地质问题是矿山建设对土地资源的挖损和压占破坏，并对区内原有地形地貌景观造成了较大影响。

②一般防治区

一般防治区为评估区内重点防治区以外的区域，面积约 3433.50hm^2 。该区主要矿山设施为管道工程，建设完成后及时进行了土地复垦，损毁土地、地形地貌已基本恢复原状，管道陡坎、陡坡位置采取了工程防护措施，一般防治区基本没有矿山地质环境问题。本区需加强对输气管线通过陡坎、陡坡位置的监测。

(6) 矿山地质环境防治与监测

方案不需要设计矿山地质环境治理工程，对可能遭受地灾（小型滑坡、崩塌）的井站场布设监测点，共设置井场地质灾害监测点 5 个，管线监测点重点布设在管线陡坡、陡坎地段，共设置 18 个点；设置 5 口长期观测井进行地下水的监测，利用民用井 3 口，施工监测井 2 口（设计深度 100m）；地形地貌景观和土地资源每 3 年进行一次遥感影像图解译；方案在毛芋湾河和雍河共设置地表水监测点 2 处，井站场区共布置 4 个土样监测点。

(7) 土地复垦、管护及监测

①本项目复垦的主要目标是完成 14 处井站场、净化厂及配套的进场道路复垦工作，同时对管道中心线两侧各 5m 范围内损毁的林地、耕地在闭井后开展植被重建。复垦总面积为 113.6479hm^2 ，复垦率 100%。土地复垦通过采取拆除工程、场地清理、翻耕工程、土壤培肥、土地平整、植被重建等措施。

②土地复垦管护及监测：

对已复垦管道临时用地布设监测点，选择矿区 13 条管线进行复垦效果监测，

各布设 1-2 个监测点；井场、站场及配套道路复垦区域内布设 14 个监测点，监测、管护时间为 4 年。

(8) 四川省四川盆地九龙山天然气开采项目矿山地质环境保护与土地复垦项目总投资为 2344.20 万元。矿山地质环境保护与恢复治理项目总投资为 383.87 万元，其中，工程施工费总费用为 16.53 万元，监测费用 300.96 万元，其他费用 41.27 万元，预备费 25.11 万元。项目土地复垦静态总投资 2020.52 万元。其中，工程施工费 1319.86 万元，其他费用 193.45 万元，监测和管护费 371.48 万元，预备费 736.48 万元。复垦土地总面积为 113.6479hm²，复垦土地亩均静态投资为 11852.51 元/亩。动态投资总额为 2621.27 万元；亩均动态投资 15376.56 元/亩。

二、建议

(1) 本方案适用期到期后或适用期内扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式等，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

(2) 按此方案进行矿山环境问题保护与恢复治理过程中要不断积累资料，更好地为矿山服务，按照绿色矿山建设要求，尽快建成绿色矿山。

(3) 本《方案》不代替矿山地质环境保护与土地复垦工程的勘查、设计。在具体实施时，建议由具有勘察、设计资质的单位进行专项设计。